



TESIS DOCTORAL

LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA INTERNACIONAL Y LA EMPRESA ESPAÑOLA

ANÁLISIS EMPÍRICO SOBRE LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA UNIÓN EUROPEA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

PROGRAMA DE DOCTORADO DE CONTABILIDAD Y ORGANIZACIÓN DE
EMPRESAS

DOCTORANDA:
M^a ASCENSIÓN BARAJAS IÑIGO

DIRECTORES:

ELENA HUERGO OREJAS, profesora titular de la Universidad Complutense de Madrid.
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Fundamentos del
Análisis Económico I

JOOST HEIJES, profesor titular de la Universidad Complutense de Madrid. Facultad de
Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada II

TUTOR:

PATRICIO MORCILLO ORTEGA, catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid.
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Contabilidad y Orga-
nización de Empresas

Mayo, 2010

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis, que versa sobre la cooperación, es el resultado de un verdadero proceso de cooperación que empezó hace ya cuatro años. Durante este tiempo he contado con el apoyo constante de mis directores, Elena Huergo y Joost Heijs (Universidad Complutense de Madrid) y de mi tutor y antiguo profesor, Patricio Morcillo (Universidad Autónoma de Madrid).

Día a día, he recibido el buen ánimo y la ayuda de mis compañeros del Departamento de Estudios del CDTI: Mayte Trenado, Andrés Ubierna, Pedro Redrado y Juan José Lorenzo. Y también de los compañeros de la División de Programas Comunitarios, especialmente de Cristina Garrido, a los que agradezco sus comentarios y aportaciones.

Dado que la presente tesis doctoral se ha llevado a cabo en paralelo a una de las líneas de investigación del Departamento de Estudios del CDTI, he tenido la ocasión de acceder a la importante base de datos que mantiene y gestiona este organismo, al que quiero agradecer todo el interés mostrado por esta investigación. Asimismo, la cesión de datos procedentes del Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) de la Universidad Complutense, me ha permitido elaborar buena parte del trabajo.

Varios capítulos de esta tesis han sido publicados como Documentos de trabajo del CDTI, concretamente en los números 2, 4 y 5 de la serie. Asimismo, una versión en inglés del capítulo IV ha sido publicada en la revista *Economics of Innovation and New Technology*. Con motivo de esta última publicación, recibí interesantes comentarios de dos evaluadores anónimos a los que agradezco su aportación. Las publicaciones surgidas de esta tesis han sido firmadas conjuntamente con los directores de la misma, con lo que se reconoce así el apoyo que me han prestado, especialmente en los aspectos metodológicos de la investigación.

Parte del contenido teórico de la tesis se presentó en marzo de 2007, durante el curso titulado “Innovación e Internacionalización”, organizado por el CDTI. Precisamente en este encuentro tuve

ocasión de comentar algunos aspectos de la investigación en curso con los profesores Daniele Archibugi, Parimal Patel y Rajneesh Narula.

Los resultados empíricos se han presentado por separado en los siguientes congresos: *Conference on Corporate R&D* (IPTS, Sevilla, octubre 2007); *Knowledge for Growth* (Toulouse, julio 2008); *EUNIP Internacional Conference* (San Sebastián, septiembre 2008); *ETSG Annual Conference* (Varsovia, septiembre 2008) y *IV International Iberian Business Conference* (Burgos, octubre 2008). Agradezco todos los comentarios que recibí de los asistentes a estos congresos y muy especialmente las observaciones del profesor Franco Malerba.

Con especial cariño quiero agradecer a mi marido, David, a mi familia y a mis amigos la comprensión que han demostrado al entender que nunca es tarde para volver a estudiar. Y a mis hijos, Miguel Angel y Carmen, que han pasado sus primeros años de colegio viendo cómo su madre también tenía que hacer los “deberes”.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	7
I.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	7
I.2. CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	10
I.2.a. Contribución desde la perspectiva teórica	10
I.2.b. Contribución desde la perspectiva empírica	11
I.3. OBJETIVOS	13
I.4. METODOLOGÍA.....	14
I.5. ESTRUCTURA.....	15
II. LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA INTERNACIONAL EN LA LITERATURA	16
II.1. INTERNACIONALIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	17
II.1.a. Aproximaciones desde la literatura	18
II.1.b. La internacionalización de la I+D	22
II.2. COOPERACIÓN TECNOLÓGICA.....	27
II.2.a. Aproximaciones desde la literatura	28
II.2.b. La cooperación tecnológica y su vertiente internacional	34
II.2.c. La cooperación tecnológica y la empresa española	38
II.3. PROPUESTA DE UN MARCO CONCEPTUAL PARA LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA INTERNACIONAL	44
III. EL PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA UE	48
III.1. ORÍGENES, ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO	48
III.1.a. Los orígenes de la política comunitaria en I+D	49
III.1.b. La estructura del Programa Marco.....	51
III.1.c. Modalidades de participación en el PM.....	58
III.1.d. Ciclo de vida de un proyecto.....	61
III.2. EL PROGRAMA MARCO EN LA LITERATURA	65
IV. LOS DETERMINANTES DE LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA UNIÓN EUROPEA: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS	73

IV.1. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE TRABAJO	73
IV.1.a. Determinantes de la participación en un consorcio.....	74
IV.1.b. Determinantes de la selección por parte de la Comisión Europea.....	80
IV.2. LA BASE DE DATOS CDTI-PM	82
IV.3. DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS PRESENTADAS	85
IV.4. DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES.....	91
IV.5. MODELO ECONOMETRICO	95
IV.6. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	97
IV.6.a. Determinantes de la participación en un consorcio.....	97
IV.6.b. Determinantes de la selección por parte de la Comisión Europea.....	100
IV.7. RESULTADOS A PARTIR DEL ANÁLISIS ECONOMETRICO	103
IV.7.a. Determinantes de la solicitud	103
IV.7.b. Determinantes de la concesión	110
IV.8. CONCLUSIONES	116
V. LA ACTIVIDAD DE I+D+I CORPORATIVA Y LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA MARCO: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS.....	119
V.1. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	120
V.2. BASES DE DATOS Y MODELO ECONOMETRICO	130
V.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	132
V.4. ANÁLISIS ECONOMETRICO.....	138
V.5. CONCLUSIONES.....	146
VI. CONCLUSIONES FINALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	149
VII. PROPUESTAS PARA LOS DECISORES POLÍTICOS.....	159
VIII.BIBLIOGRAFÍA.....	162
IX. INDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS	172
X. ANEXOS	174
VIII.1. ANEXO I: CLASIFICACIÓN DE SECTORES DE ALTA TECNOLOGÍA	174
VIII.2. ANEXO II: DEFINICIÓN DE VARIABLES I	174
VIII.3. ANEXO III: RESULTADOS DETALLADOS DE LAS ESTIMACIONES I.....	177
VIII.4. ANEXO IV: DEFINICIÓN DE VARIABLES II	183
VIII.5. ANEXO V: RESULTADOS DETALLADOS DE LAS ESTIMACIONES II.....	185

I. INTRODUCCIÓN

I.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Es un hecho que el fenómeno de la globalización está cambiando la manera de proceder de la empresa en todos los ámbitos. El concepto de globalización es muy amplio y está siendo utilizado para referirse a diversos aspectos de la realidad política, económica y social en general. Una de las definiciones que mejor integra todas estas perspectivas es la que propone Narula (2007). Este autor distingue dos tipos de motores de la globalización relacionados, por un lado, con los factores políticos y económicos y, por otro, con elementos tecnológicos. Dentro de la primera categoría cabe destacar la existencia de instituciones supra-nacionales, los procesos de integración y la liberalización de los sistemas económicos, mientras que en la segunda se incluirían el rápido cambio tecnológico, el uso extendido de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, los crecientes costes y riesgos de la innovación y la mayor necesidad de capacidades tecnológicas complementarias dentro de la empresa. La interacción de estos factores sociales y tecnológicos estimula la interdependencia de regiones y empresas y, en consecuencia, la homogeneidad de los patrones de consumo y la ampliación de los mercados.

Paralelamente, las estadísticas muestran que se está produciendo una progresiva descentralización de la generación del conocimiento, con la aparición de nuevos focos en el escenario internacional. Así, países como Singapur, China, India, Israel o Corea registraron las tasas más altas de crecimiento de patentes industriales entre los años 1997-2004. En la misma línea, América Latina y el Sureste Asiático son las regiones donde más ha crecido el número de artículos científicos publicados entre los años 1994 y 2003 (OCDE, 2007). Desde la perspectiva de la empresa, esta generación global de conocimiento ha impulsado estrategias de inversión directa en el exterior relacionadas con la I+D (establecimiento de laboratorios y unidades de I+D en el extranjero) y de cooperación tecnológica internacional (OCDE, 2008).

La cooperación en I+D aparece en este contexto como respuesta estratégica a la economía global y a la descentralización del conocimiento, permitiendo a las empresas encontrar socios que les proporcionen las mejores oportunidades para el aprendizaje y la innovación, independientemente de su localización.

De hecho, la evidencia muestra que la cooperación en I+D está creciendo a nivel mundial, alcanzando en 2003 la mayor cota de todos los tiempos, de acuerdo con los últimos datos disponibles (National Science Board, 2008). Las alianzas nacionales entre compañías estadounidenses encabezan las estadísticas, seguidas por los acuerdos entre empresas americanas y europeas. La cooperación desarrollada exclusivamente entre empresas europeas oscila en torno al 12% del total de los acuerdos registrados. Este porcentaje constituye una cifra de referencia para entender el alcance de la presente tesis doctoral.

Los datos procedentes de la cuarta Encuesta Europea de Innovación (CIS4), correspondientes a los años 2002-2004, reflejan que la propensión a cooperar con socios europeos es muy superior en ciertos países, como es el caso de Dinamarca, Finlandia, Bélgica o Suecia, donde más del 10% de las empresas declaran haber participado en alianzas tecnológicas en el ámbito de Europa. Por el contrario, en España e Italia, este porcentaje es inferior al 2% (OCDE, 2008). Pese a que parte de este diferencial puede deberse a las características de cada economía (los países más pequeños, con menor población tienden a cooperar más), es evidente que existen factores que dificultan la cooperación tecnológica en España, especialmente en el contexto internacional.

La cooperación en I+D entre empresas europeas ha sido apoyada por el Programa Marco de I+D (en adelante PM) desde 1984. El PM ofrece financiación pública para acuerdos de cooperación en I+D desarrollados por entidades privadas y públicas, que se organizan como consorcios transnacionales. A lo largo de su existencia, este Programa se ha convertido en la principal referencia de la política tecnológica de la UE, pese a que representa tan sólo un 4% de toda la financiación pública destinada a políticas de I+D en el conjunto de los países de la UE¹. De hecho, el PM es uno de los pilares básicos del Espacio Europeo de Investigación, una iniciativa que tomó fuerza a partir de los planteamientos adoptados en la estrategia de Lisboa.

En el año 2000, los países miembros de la Unión Europea decidieron en Lisboa relanzar la economía de la Unión ante la preocupante pérdida de competitividad de Europa frente a Estados Unidos y otras potencias económicas. Dos años más tarde, en Barcelona, se reconocía explícitamente la importancia de la I+D como vía para alcanzar el reto de Lisboa y se fijaba un objetivo de inversión

¹ Media anual estimada anualmente para el VI PM (Comisión Europea, 2009)

en este concepto del 3% sobre el PIB, correspondiendo a las empresas dos tercios de la inversión total (Consejo Europeo, 2002). Paralelamente, en el ámbito de la Comisión Europea se iba forjando el concepto de Espacio Europeo de Investigación, EEI (*European Research Area*, ERA), con el fin de promover la coordinación entre las políticas nacionales de investigación y crear un espacio de libre circulación para el conocimiento (Comisión Europea, 2000). En 2007, la Comisión confirmaba que el EEI se había convertido en una “referencia clave para las políticas de investigación en Europa” y reconocía la necesidad de enfocar las iniciativas políticas teniendo en cuenta el nuevo contexto de la globalización del conocimiento (Comisión Europea, 2007).

En la figura del Programa Marco confluyen los dos principales planteamientos de la Unión Europea respecto a la política tecnológica: la necesidad de dinamizar la I+D desarrollada por la empresa y la construcción de un espacio europeo común que facilite la circulación del conocimiento y la formación de redes permanentes de colaboración. El PM se ha convertido en uno de los instrumentos clave de las políticas nacionales y europeas de apoyo a la innovación. Por esa razón han surgido diversas corrientes de estudio que tienen un doble propósito: ampliar el conocimiento existente sobre los procesos de cooperación internacional en la UE y proporcionar evidencia empírica que contribuya a mejorar el diseño de las ediciones sucesivas del PM y a planificar iniciativas para el fomento de la participación de empresas y organismos de investigación en este programa.

Precisamente esta doble perspectiva es la que justifica la elaboración del presente trabajo de investigación, aplicado al caso concreto de las empresas españolas. En nuestro país, la baja propensión a cooperar de las empresas y, en concreto, a cooperar con socios europeos, hace, aún si cabe, más necesario este estudio, de cara a diseñar medidas que impulsen la participación en el PM y permitan a la empresa española apropiarse de los beneficios de la cooperación tecnológica.

I.2. CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

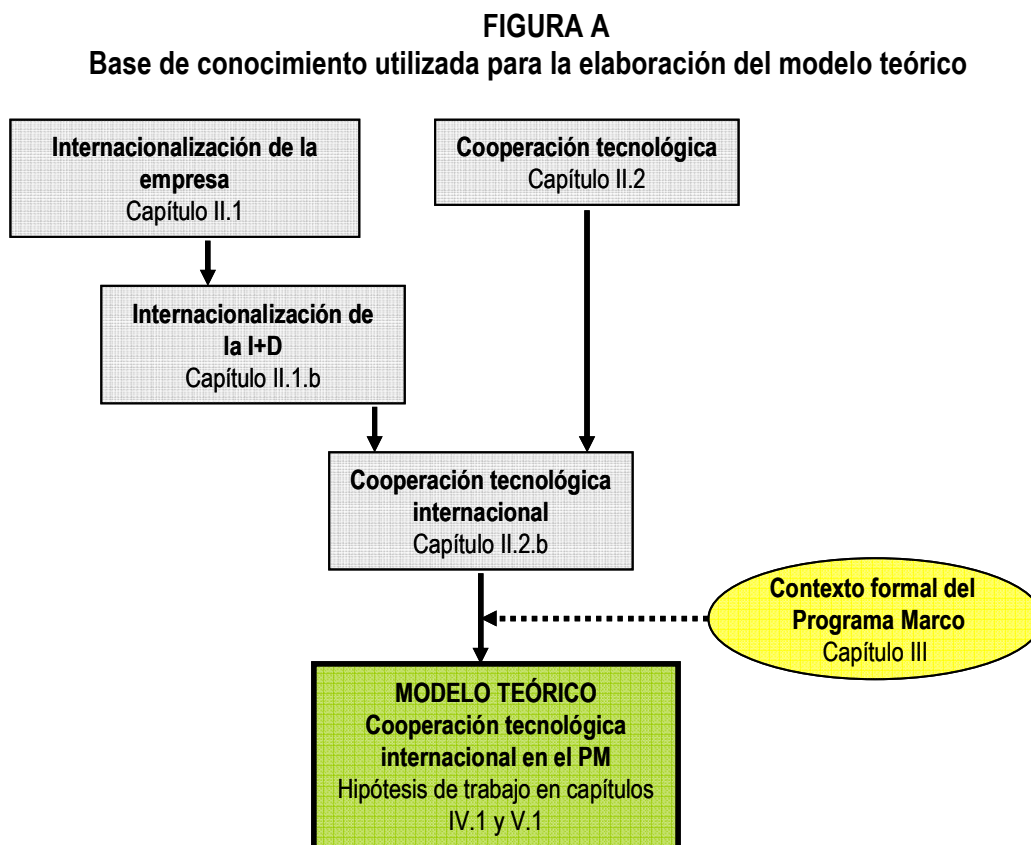
I.2.a. Contribución desde la perspectiva teórica

El contexto de análisis en el que se va a desarrollar la presente tesis doctoral se refiere a la cooperación tecnológica internacional. El punto de partida ha sido, por tanto, elaborar una revisión de la literatura y de las corrientes de estudio relacionadas con este fenómeno, atendiendo a los dos componentes esenciales que intervienen en el mismo, como son la internacionalización de la actividad de la empresa y la participación en procesos de cooperación tecnológica. El capítulo II recopila los principales trabajos que han explicado en los últimos años ambos aspectos, con el fin de construir un marco conceptual de referencia sobre la cooperación tecnológica internacional. Este intento no está exento de dificultades, pues el fenómeno que se pretende explicar es extremadamente complejo y relativamente novedoso. De hecho, en la literatura se reconoce la necesidad de homogeneizar el análisis de la cooperación tecnológica internacional y de encontrar esquemas comunes de referencia (Archibugi y Iammarino, 2002).

Centrándonos en el caso concreto del PM, la contribución teórica se basa en una serie de hipótesis de trabajo para cuya construcción se ha tenido en cuenta la revisión de la literatura propuesta y las características específicas del PM. En el capítulo III se detallan dichas características, aportando así nuevo conocimiento sobre las circunstancias en las que tienen lugar los procesos de cooperación internacional que serán objeto de análisis. A partir de esta aproximación se consigue que, tanto la construcción de las hipótesis de trabajo que forman el modelo teórico, como la interpretación de los resultados empíricos obtenidos, tengan la máxima fiabilidad y aporten respuestas veraces a las cuestiones que se plantean en los objetivos de la investigación.

En resumen, la presente tesis doctoral, tal y como se explica en el apartado II.3, propone un marco general que integra las principales áreas de conocimiento relacionadas con la cooperación tecnológica internacional, que quedaría definida como una decisión estratégica que implica una transferencia de conocimiento tecnológico entre socios localizados en distintos países con el fin de acceder a recursos complementarios, específicos de dichos socios y/o de dichos países. Con este enfoque, se intentan unificar los planteamientos procedentes de distintas corrientes, como son la teoría de los costes de transacción y la dirección estratégica, la organización industrial, la teoría de la innovación y los trabajos sobre la internacionalización de la empresa.

En la figura A se resume la base de conocimiento que servirá para desarrollar los modelos teóricos propuestos en los capítulos IV y V de esta tesis.



1.2.b. Contribución desde la perspectiva empírica

La literatura empírica relacionada con el PM se ha centrado en proporcionar evidencia sobre los motivos que llevan a una empresa a participar en un consorcio de investigación (Hernán y otros, 2003; Tsakanikas y Caloghirou, 2004) y sobre los factores que inciden en la formación de alianzas entre dos empresas (Navaretti y otros, 2002; Breschi y Cusmano, 2006; Roediger-Schluga y Barber, 2006). No obstante, estos estudios emplean datos referidos únicamente a proyectos financiados, sin considerar aquellas propuestas que, tras someterse al proceso de evaluación llevado a cabo bajo el auspicio de la UE, no han recibido ayuda financiera. Sin embargo, la probabilidad de que una empresa tome parte en un consorcio dentro del PM debe considerarse como el resultado de un proceso que consta de dos fases. En primer lugar, la empresa decide si participa o no en la propuesta de consorcio y, en segundo lugar, dicha propuesta es aprobada o rechazada. El presente trabajo utilizará información sobre las propuestas denegadas, de manera que sea posible extraer

conclusiones por separado para la solicitud y para la aprobación de la ayuda. Conviene señalar que, pese a que en el Programa Marco participan distintos tipos de entidades, nuestra investigación se restringe a la empresa.

Desde el punto de vista de la literatura empírica, el valor que tiene la información procedente de las bases de datos que registran la participación de la empresa en el PM es indiscutible, sin embargo, el sistema de almacenamiento y gestión de dicha información plantea varios problemas y limitaciones para los investigadores. Roediger-Schluga y Barber (2007) describen el complejo proceso de estandarización que se vieron forzados a realizar antes de poder trabajar con la base de datos de CORDIS, gestionada por la UE y que almacena toda la información disponible sobre la participación en el PM. Estos autores constatan que no existe un campo que identifique unívocamente a cada entidad, con lo que una misma organización puede aparecer con distintos nombres. En estas circunstancias, queda limitada la utilización de otras bases de datos que complementen la información de CORDIS. De hecho, los autores que han llevado a cabo análisis empíricos integrando esta base de datos con otras, han tenido que sustituir la información individual de cada empresa por variables referentes a la rama económica donde opera la compañía. El artículo de Hernán y otros (2003) es un claro ejemplo de esta práctica.

Estas limitaciones de los trabajos existentes hasta el momento no aparecen en nuestra investigación, ya que contamos, por una parte, con información de las propuestas rechazadas y, por otra, con un código que identifica a cada empresa unívocamente en nuestra base de datos.

En resumen, la principal contribución empírica del presente trabajo consiste, por un lado, en el análisis de la participación de la empresa española en el PM teniendo en cuenta que dicha participación depende de dos hechos: la solicitud y la aprobación por parte de la agencia. Y, por otro lado, en la utilización de información procedente de otras bases de datos a nivel micro, sin tener que sustituir este tipo de información por agregados sectoriales.

No menos importante es señalar que los trabajos sobre los determinantes de la cooperación tecnológica internacional centrados en la empresa española son muy escasos, por no decir inexistentes. La evidencia empírica obtenida en esta investigación puede resultar de utilidad para ampliar el conocimiento sobre las particularidades de esta tendencia global en el caso de la empresa española.

I.3. OBJETIVOS

Esta tesis doctoral explica qué factores determinan la participación de la empresa española en proyectos de cooperación tecnológica dentro del PM. Se contribuye así, por un lado, a ampliar el conocimiento existente sobre la cooperación tecnológica internacional desde el punto de vista de la empresa y, por otro, a definir qué aspectos deben ser tenidos en cuenta por los decisores políticos interesados en fomentar la participación de las compañías españolas en el PM.

Este objetivo general se articula en cuatro subobjetivos que corresponden a cuatro cuestiones diferentes, según se refleja en el Cuadro 1. En primer lugar, se pretende conocer qué características de la empresa incrementan la probabilidad de que ésta solicite ayuda financiera al PM; en segundo lugar se analizará qué características del consorcio y del proyecto incrementan la probabilidad de que la empresa española participante reciba dicha ayuda. Un tercer paso irá dirigido a conocer qué rasgos de la actividad de la empresa inciden en la probabilidad de participar en un consorcio financiado por el PM frente a otras alternativas de cooperación en general y, por último, frente a otras alternativas de cooperación internacional.

Cuadro 1: Objetivos de la investigación

Objetivo	Muestra de interés	Muestra de control
1. ¿Qué características de la empresa incrementan la probabilidad de que ésta solicite ayuda dentro del PM?	Empresas españolas participantes en consorcios que presentan propuestas para ser financiadas dentro del PM	Empresas españolas que no han solicitado financiación en el PM
2. ¿Qué características del consorcio y del proyecto incrementan la probabilidad de que la empresa española participante en dicho proyecto reciba financiación del PM?	Empresas españolas participantes en proyectos financiados por el PM	Empresas españolas participantes en propuestas rechazadas por el PM
3. ¿Qué características de la empresa se asocian con una mayor probabilidad de que ésta participe en consorcios financiados por el PM en comparación con otras alternativas de cooperación?	Empresas que cooperan en I+D y participan en consorcios financiados por el PM	Empresas que cooperan en I+D pero no participan en el PM
4. ¿Qué características de la empresa se asocian con una mayor probabilidad de que ésta participe en consorcios financiados por el PM en comparación con otras alternativas de cooperación internacional?	Empresas que cooperan en I+D con socios internacionales y participan en consorcios financiados por el PM	Empresas que cooperan en I+D con socios internacionales pero no participan en el PM

I.4. METODOLOGÍA

Para intentar dar respuesta a las cuestiones anteriores, el análisis se desarrollará en dos partes. La primera de ellas se centrará en los objetivos 1 y 2, mientras que la segunda tratará de dar respuesta a los objetivos 3 y 4. En cada una de las dos partes se propone un modelo teórico formado por diversas hipótesis que serán contrastadas mediante sendos modelos econométricos. Para ello se utilizarán dos bases de datos distintas, tal y como se detalla a continuación.

La primera parte de la investigación (capítulo IV) analiza la participación en el PM durante el periodo comprendido entre 1995 y 2005, utilizando la base de datos suministrada por el CDTI (el organismo público encargado del seguimiento de la participación española en el PM), que contiene información relevante sobre los proyectos y sus participantes. Esta información está disponible tanto para los proyectos que han recibido financiación, como para los que han sido rechazados. Asimismo, se emplean los datos provenientes de SABÍ (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos), que es la base de datos de análisis financiero más completa referida a España en la actualidad, al incluir un histórico de cuentas anuales de hasta 12 años para, aproximadamente, 1.000.000 empresas españolas.

La segunda parte (capítulo V) se lleva a cabo a partir de la base de datos FP/IAIF, que integra la información suministrada por CDTI acerca de las empresas españolas participantes en proyectos financiados por el PM hasta 2005 y la información procedente de una encuesta patrocinada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), diseñada y elaborada por el Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) y que fue contestada en 2003 por 310 empresas participantes en proyectos cooperativos de I+D, tanto dentro como fuera del ámbito del PM.

Conviene señalar que, con el fin de mantener la máxima homogeneidad de los datos, en ambos trabajos de investigación se han tenido en cuenta sólo dos tipos de actividades financiadas por el PM: los proyectos integrados y los proyectos de investigación orientados a objetivos específicos, denominados STREP (*Specific Targeted Research Projects*).

I.5. ESTRUCTURA

Tras esta introducción, en el capítulo siguiente se resumen los trabajos teóricos y empíricos relevantes para nuestra investigación. Para ello, se abordan los planteamientos sobre el tema de la internacionalización de la empresa y de la I+D, por un lado, y sobre cooperación tecnológica por otro, haciendo hincapié en la dimensión internacional del proceso de cooperación y en los trabajos que analizan este fenómeno para el caso concreto de la empresa española. El tercer capítulo describe el PM como contexto analítico, señalando los factores institucionales que lo definen y revisando los trabajos empíricos que se han centrado en estudiar los procesos de cooperación tecnológica que tienen lugar en este programa.

Como se ha mencionado anteriormente, la investigación consta de dos partes que se desarrollan en los capítulos IV y V respectivamente. La estructura de cada uno de estos capítulos es común: primeramente se presenta el marco teórico a contrastar, seguido por la descripción pormenorizada de los datos y el modelo empírico. A continuación, se elabora un análisis descriptivo de dichos datos y un análisis econométrico, para concluir con la exposición de los resultados obtenidos. En el capítulo VI se recogen las conclusiones globales que se extraen de este trabajo de investigación, seguidas, en el capítulo VII, por las recomendaciones ofrecidas a los decisores políticos interesados en fomentar la participación de la empresa española en consorcios internacionales dentro del PM.

Las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación se recopilan en el capítulo VIII y el índice de tablas y gráficos en el IX. Se incluye, finalmente, una serie de anexos, agrupados en el capítulo X, con el fin de plasmar la información detallada de los análisis empíricos.

II. LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA INTERNACIONAL EN LA LITERATURA

La cooperación internacional en I+D es un tema de investigación complejo en el que intervienen numerosos aspectos que, hasta el momento, no han sido explicados mediante un modelo único y generalmente aceptado. Las aproximaciones teóricas proponen explicaciones parciales del proceso, mientras que el trabajo empírico ha estado limitado básicamente por dos obstáculos: (i) la dificultad de identificar indicadores tecnológicos y económicos adecuados para cada tipo de colaboración y (ii) la falta de estadísticas normalizadas internacionalmente (Archibugi y Iammarino, 2002).

A la hora de analizar los procesos de cooperación tecnológica internacional, es necesario considerar la complejidad asociada a tres elementos que están presentes en todos los casos: la naturaleza del conocimiento científico-tecnológico; la multitud y variedad de organizaciones e individuos implicados en dichos procesos y la dimensión estratégica propia de este tipo de decisiones, con lo que tiene sentido explicarlas en el conjunto de la estrategia corporativa.

Desde esta perspectiva se hace necesario, no sólo analizar la literatura previa sobre cooperación tecnológica internacional, sino también explorar otras áreas de conocimiento, como la teoría de la internacionalización de la empresa, que han contribuido, o pueden contribuir, a explicar los diversos y variados aspectos que intervienen en los procesos de cooperación transfronterizos.

Por lo tanto, el objetivo del presente capítulo es exponer de manera organizada el amplio espectro de corrientes que sustentan el estudio de la cooperación tecnológica internacional, de manera que, ante la diversidad de aproximaciones teóricas y empíricas, se obtenga una visión de conjunto estructurada y válida para apoyar la elaboración de los modelos teóricos y la interpretación de los análisis empíricos que aparecen en los capítulos IV y V de esta tesis.

Para acometer esta tarea de manera ordenada, se sigue el siguiente esquema de presentación: primeramente se realiza una revisión de la literatura dedicada a estudiar la internacionalización de la empresa y, más concretamente, la internacionalización de la I+D. En el segundo apartado se resumen los enfoques existentes sobre la cooperación tecnológica, detallando el estudio de la cooperación tecnológica internacional e incluyendo una revisión de los trabajos más relevantes que analizan el caso de las empresas españolas. Finalmente, el tercer apartado recoge las principales conclusiones que se extraen a partir de este recorrido por la literatura.

II.1. INTERNACIONALIZACIÓN DE LA EMPRESA

La cooperación tecnológica internacional puede entenderse como un proceso por el cual una empresa decide acudir al exterior para realizar alguna de las actividades incluidas en su estrategia de I+D o de innovación. Desde el punto de vista de la literatura, la internacionalización de la I+D está ligada a la internacionalización productiva de las empresas, y, por lo tanto, conviene conocer cuáles han sido los principales enfoques teóricos de este tema antes de tratar en concreto la salida al exterior en el ámbito de la I+D.

El término internacionalización ha sido entendido en la literatura en sentido amplio como la existencia y explotación internacional de ventajas propias de las empresas, que han ido adquiriendo a lo largo del tiempo y que suponen su acervo de conocimientos. Este proceso encierra un grado de complejidad tal que, a lo largo del tiempo, han surgido diversas corrientes con contribuciones teóricas distintas pero complementarias. Muchos son los autores que señalan esta diversidad de enfoques y los clasifican de acuerdo con diferentes parámetros, de manera que sean más evidentes las aportaciones de cada uno de ellos.

Atendiendo al origen geográfico de las escuelas de pensamiento, Van den Berghe (2004) distingue entre la Escuela de Reading, ocupada en el análisis de datos sobre inversión directa internacional y representada por autores como Buckley, Casson o Dunning; la Escuela de Cambridge, cuyos autores (Hymer, Kindleberger, Vernon) analizan las empresas multinacionales; y la Escuela Nórdica, que, a partir del estudio de casos de empresas suecas, establece una perspectiva secuencial de la internacionalización (Johansson, Vahlne, Wiedersheim-Paul).

Con el fin de presentar los enfoques más relevantes y basándose en las propuestas de clasificación utilizadas por Flor (2003) y Galván (2003), conviene distinguir cuatro líneas de estudio (véase el Cuadro 2): el enfoque económico, centrado en el análisis de la inversión directa en el extranjero y las multinacionales; el enfoque de proceso, ocupado en analizar la internacionalización como un fenómeno gradual, desde la exportación hasta la inversión directa; la perspectiva de redes, que analiza el papel de las interacciones sociales de la empresa en su decisión de salir al exterior y la perspectiva basada en las capacidades de la organización, a partir de la cual el aprendizaje organizativo se convierte en protagonista de la internacionalización.

Cuadro 2: La internacionalización de la empresa en la literatura

Enfoque	Corriente de estudio	Objeto de análisis
Enfoque económico	Organización Industrial Teoría de la internalización Modelo ecléctico de Dunning	Inversión Directa Exterior (IDE) Multinacionales
Enfoque de proceso	Modelos secuenciales	Proceso de internacionalización
Enfoque de redes	Teoría del intercambio social y la dependencia de recursos	Estrategias en redes internacionales
Enfoque de capacidades organizativas	Teoría de los recursos	Procesos de aprendizaje organizativo

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los principales postulados teóricos de estas corrientes y, seguidamente, se dedica un apartado a describir las aportaciones más relevantes en el ámbito específico de la internacionalización de la I+D.

II.1.a. Aproximaciones desde la literatura

El fenómeno de la salida al exterior de la empresa comenzó a ser objeto de estudio económico cuando Ohlin (1933) relacionó la teoría del comercio internacional y la teoría clásica de la localización. Esta primera aproximación tuvo su desarrollo posterior con los trabajos de Hymer (1976), considerado el precursor del estudio de la inversión directa en el exterior (IDE). Este autor estableció que el poder de mercado procedente de la dimensión de la empresa y la posesión de activos específicos, junto con la existencia de fallos de mercado, impulsan la internacionalización. A partir de esta doble perspectiva del trabajo de Hymer, aparecen sendas corrientes de análisis que pueden considerarse complementarias, como son la teoría de la organización industrial y la teoría de la internalización (Madhok, 1997).

Desde la organización industrial, la teoría de la ventaja monopolística afirma que la posesión de ventajas competitivas exclusivas es lo que determina que una empresa pueda ostentar un cierto poder de monopolio y llevar a cabo inversiones productivas en el exterior para explotarlas, convirtiéndose así en una multinacional. Estas ventajas pueden consistir en procesos tecnológicos, patentes, marcas, recursos financieros, capacidad directiva o canales de distribución (Kindleberger,

1969), estrategias de diversificación de producto (Caves, 1971) o dominio de conocimiento a partir de actividades de I+D (Hirsch, 1976). Este enfoque predominó en la literatura durante la década de los 60, dejando paso en años posteriores a los trabajos basados en la teoría de la internalización, que surgieron con fuerza.

Teniendo como punto de referencia la teoría de los costes de transacción, los trabajos de Williamson (1975) y Buckley y Casson (1976) sitúan la aparición de empresas multinacionales como alternativa al mercado, en el marco de las decisiones organizativas de la empresa. Cuando aparecen fallos de mercados asociados al alto coste de controlar las transacciones comerciales en un entorno caracterizado por comportamientos oportunistas, las empresas tienden a internalizar las tareas, dando lugar a empresas multinacionales si se hace en otro país. Este es el caso de los activos específicos, especialmente los intangibles, como el conocimiento tecnológico. Cuanto más específico es un activo, más reducido es el número de proveedores, lo que incrementa los costes de transacción. En este contexto, la salida al exterior tendrá lugar si existen ventajas de localización en terceros países (costes unitarios menores) y si organizar estas actividades en la empresa es más eficiente que venderlas o cederlas al exterior.

Como una visión integradora de las dos corrientes anteriores, Dunning (1981) elabora el denominado paradigma OLI (Ownership, Localization, Internalization), que explica la inversión directa en el exterior a partir de la existencia simultánea de tres ventajas relativas. La primera se refiere a la ventaja de propiedad, que, de acuerdo con la perspectiva de la organización industrial, permite a la empresa explotar un activo intangible (derechos de propiedad, capacidad organizativa, conocimiento) o una peculiaridad de su proceso productivo (economías de escala al explotar un conjunto de activos) en mejores condiciones que los competidores locales. La segunda es la ventaja de internalización, es decir, la capacidad de la empresa para asumir nuevas tareas de manera más rentable que utilizando los mecanismos de mercado (adquisición de licencias o compra de bienes y servicios). Y la tercera, denominada ventaja de localización, tiene en cuenta que producir en el exterior será rentable si en el país de destino existen factores locales, no transferibles internacionalmente, como infraestructuras, recursos locales, precio, calidad, productividad, coste de transportes, etc, que constituyen una ventaja frente a los nacionales.

La relación entre internacionalización y factores locales es también la base del denominado esquema del diamante o paradigma de Porter (1990). Este autor defiende que hay ciertas condiciones

nacionales que influyen en las ventajas competitivas que las empresas pueden obtener en los mercados internacionales, como son factores productivos; estrategia, estructura y esquema de competencia nacional; demanda de calidad e innovación y existencia de sectores afines y auxiliares.

Desde una perspectiva complementaria, algunos autores se basan en el aspecto gradual de la salida al exterior de las empresas y lo presentan como un proceso de acumulación de experiencia y conocimiento que consta de varias fases (Rialp y Rialp, 2001). Aunque la empresa multinacional sigue siendo una de las protagonistas, ya no se considera la inversión directa en el exterior como la única vía de internacionalización.

Uno de los primeros trabajos que tiene en cuenta la perspectiva secuencial se debe a Vernon (1966), que elabora un modelo relacionando el ciclo de vida de un producto con las decisiones de internacionalización. En este contexto, el autor distingue cuatro etapas. En la primera de ellas, denominada de introducción, la empresa se centra en el país de origen, donde fabrica y comercializa su producto, acudiendo a la exportación sólo como instrumento para lograr economías de escala en producción. En la segunda etapa, de crecimiento, el negocio comienza a orientarse hacia los principales países industrializados, con un aumento de la actividad exportadora e inversiones productivas en países con demanda creciente. Durante la etapa de madurez, los mercados comienzan a estar saturados y las inversiones productivas se dirigen ahora a países con menores costes de mano de obra y con capacidad para producir bienes más estandarizados. Por último, la etapa de declive se caracteriza por una disminución de la demanda en el país de origen y el traslado definitivo de la fabricación del producto al exterior.

Compartiendo esta visión secuencial, el modelo de Uppsala (Johanson y Wiedersheim-Paul, 1975), relaciona el compromiso de recursos en el exterior con la acumulación de experiencia y conocimiento sobre los mercados internacionales. Se establecen así cuatro etapas. La primera se basa en la exportación no regular; la segunda ya contempla la exportación a través de representantes comerciales independientes; durante la tercera se establecen sucursales comerciales en el país extranjero y, finalmente, en una última etapa, se crean unidades productivas. En las primeras etapas de salida al exterior la diferencia cultural entre el país de origen y el de destino, conocida como “distancia psicológica”, se considera una variable decisiva.

La visión esencialmente determinista que ofrecen estos modelos, junto con la ausencia de factores que expliquen el paso de una fase a otra, ha sido destacada por numerosos estudios (Molero, 1998). A este respecto, se mencionan tres circunstancias que romperían el modelo secuencial: 1) cuando los recursos disponibles son cuantiosos y permiten conocer el mercado de destino a un ritmo más rápido; 2) cuando las condiciones del mercado son estables y homogéneas; y 3) cuando la empresa ya cuenta con experiencia previa en mercados similares.

Superar la visión determinista de los anteriores enfoques ha sido también uno de los argumentos utilizados para explicar los procesos de internacionalización a partir de sus similitudes con los de innovación. Ambos se caracterizan por ser procesos de aprendizaje, acumulativos pero no deterministas (existen distintas trayectorias de internacionalización que evolucionan a partir de una actividad continua de aprendizaje), marcados por la incertidumbre y por el apoyo decisivo de los máximos responsables de la empresa (Bilkey y Tesar, 1977; Fonfría, 1997). Dentro de esta corriente, los trabajos empíricos están muy centrados en las exportaciones como método de internacionalización más importante para las PYMEs (Alonso y Donoso, 1998).

Más recientemente, la perspectiva de redes, basada en las teorías del intercambio social y la dependencia de recursos (Björkman y Forsgren, 2000), explica el comportamiento de la empresa en el contexto de una red de relaciones interorganizativas e interpersonales. Las empresas forman parte de redes con otros agentes, clientes, proveedores, distribuidores, etc, de manera que existe una división de trabajo en la red, al tiempo que se establecen relaciones de interdependencia. En este contexto, la red se convierte en un instrumento estable de coordinación de unas relaciones que cambian continuamente. La internacionalización dependerá, más que de una ventaja específica de la empresa, del conjunto de relaciones que mantiene ésta dentro de la red (Coviello y McAuley, 1999). Algunos autores (Johanson y Matson, 1988) distinguen tres dimensiones de la internacionalización: 1) extensión internacional, cuando se establecen relaciones con socios de países nuevos para la empresa; 2) penetración, cuando aumenta el compromiso de recursos en redes exteriores donde ya está presente la empresa; 3) integración, impulsando una mayor coordinación de la posición en diferentes redes de distintos países. En cualquier caso, la internacionalización, según este enfoque, supone la explotación de la ventaja de formar parte de una red (Johanson y Vahlne, 1990), ya que a través de ella se reducen la incertidumbre y los costes de buscar socios para entrar en nuevos mercados (Ellis, 2000).

Desde el punto de vista de la teoría de los recursos (Andersen, 1997), la empresa aparece como una agrupación única de recursos tangibles e intangibles (Wernerfelt, 1984). La entrada en nuevos negocios pretende aprovechar recursos específicos infrautilizados, que son difíciles de transferir en el mercado y cuyo valor no se deprecia al ser utilizados en otros lugares. Con este planteamiento, la empresa tiene dos opciones: diversificar o internacionalizar.

Los recursos físicos e intangibles, los más difíciles de transferir, inducen a la expansión en mercados internacionales, mientras que los financieros permiten una mayor diversificación, más lejana a las competencias de la empresa. Pero la condición suficiente para salir al exterior no son recursos ociosos, sino la posesión de una ventaja competitiva o la acumulación de competencia (experiencia) en las operaciones exteriores. Cobra así importancia el aprendizaje organizativo, que permite entrar en nuevos mercados a partir de capacidades dinámicas (capacidad para adaptar rutinas al entorno cambiante) y competencias distintivas (surgen del aprendizaje colectivo, especialmente las relativas al modo de coordinar técnicas de producción e integrar corrientes de tecnología) (Chang, 1995).

La estrategia de penetración en los mercados dependerá de las capacidades organizativas que la empresa ya domina, de manera que la transferencia de conocimiento se base en la similitud entre capacidades existentes y requeridas para los nuevos mercados. En este sentido, Madhok (1997) distingue entre “saber hacer” incorporado en las rutinas de la empresa y “saber hacer” no incorporado, más fácil de transferir. La decisión entre internalizar (IDE), colaborar o licenciar dependerá de la importancia del componente incorporado del “saber hacer” para explotar una ventaja competitiva, de la mayor o menor facilidad de transferirlo fuera de la empresa. También, señala la importancia de mantener un equilibrio entre la exploración de capacidades y su desarrollo. En el caso de ciclos de vida del producto cortos y rápido progreso tecnológico, los recursos limitados de la empresa para desarrollar sus capacidades fomentan la colaboración con otras empresas en iguales condiciones.

II.1.b. La internacionalización de la I+D

A la vista de las operaciones internacionales de I+D que llevan a cabo empresas de los países más industrializados en la década de los años 80, es a principios de los 90 cuando surge el interés por estudiar estos fenómenos (Niosi, 1999). Muchos autores recurren entonces a las teorías de la internacionalización empresarial, especialmente los desarrollos en torno a la inversión directa en el exte-

rior (IDE) y el modelo del ciclo de vida del producto. Bajo esta perspectiva, la internacionalización de la I+D de las multinacionales se considera un proceso de transferencia de tecnología hacia filiales ubicadas en otros países con el fin de adaptar productos propios a mercados exteriores. Adoptando el modelo del ciclo de vida del producto, Ronstadt (1977) describe los pasos que sigue una empresa en este proceso, que comienza estableciendo unidades de transferencia de tecnología (TTUs), dedicadas al servicio técnico para las filiales, después crea unidades locales de I+D (ITUs) para desarrollar productos adaptados a las necesidades del mercado local y, finalmente, establece unidades globales de tecnología (GTUs) como verdaderos centros de I+D en el extranjero, desde donde se desarrollan productos para todo el mundo. En el marco de su modelo teórico, este autor defendió la permanencia del primer esquema (TTUs) durante mucho tiempo, pero la realidad superó este enfoque, y en los años 90 aparecieron otras propuestas más acordes con lo que estaba ocurriendo en la industria.

A principios de los años 90, se realizan varios estudios empíricos que van más allá del esquema centralizado de sus predecesores. Mediante el análisis de las primeras estadísticas oficiales sobre financiación extranjera de la I+D nacional y los registros de patentes, diversos autores (Cantwell, 1989, 1992; Dalton y Serapio, 1999; Håkanson y Nobel, 1993; Zejan, 1990) ponen de manifiesto las diferencias existentes entre países e industrias a la hora de internacionalizar actividades de I+D. Asimismo, tratan de entender los factores que favorecen la internacionalización (factores de demanda, de oferta o ambientales) e introducen esquemas de organización más descentralizados y complejos, asumiendo la existencia de flujos de conocimiento bidireccionales entre matriz y filial.

La creciente complejidad del fenómeno de la internacionalización de la I+D se refleja también en los enfoques de estudio que van apareciendo durante los 90 y que introducen aspectos como la dirección estratégica, la gestión de redes o la gestión de la innovación. Para recoger las nuevas dimensiones de la internacionalización, varios autores (Chiesa, 1996; Kuemmerle, 1997; Dunning y Narula, 1995) recurren a los estudios de casos o al análisis de pequeñas muestras de empresas a través de encuestas y elaboran modelos que explican diferentes estrategias o tipos de actividad tecnológica internacional. Dichos modelos se basan en variables que recogen tanto aspectos relacionados con el emisor de la inversión en I+D (estrategia de innovación, contenido de la I+D) como con el receptor (tamaño del mercado, recursos locales) o con los flujos de información que se establecen entre ambos. Un resumen de algunas de estas propuestas aparece en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Modelos explicativos de la internacionalización de la I+D

Autores	Variables utilizadas	Modelos (tipos de estrategias)
Ronstadt (1977, 1984)	Localización de las actividades de I+D y mercado objetivo de los resultados de la I+D	Unidades de transferencia de tecnología; unidades locales de desarrollo de tecnología; unidades globales de desarrollo de tecnología.
Bartlett y Ghostal (1990)	Véase Ronstadt	<i>Local-for-local; local-for-global; global-for-global</i>
Håkanson (1990)	Actividades centralizadas vs. dispersas y comportamiento estratégico de la empresa	Núcleo centralizado; federación descentralizada; red integrada
Gassmann y von Zedtwitz (1999)	Actividades centralizadas vs. dispersas y comportamiento estratégico de la empresa	Modelo etnocéntrico; geocéntrico; policéntrico; núcleo de I+D; red integrada de I+D
Gerybadze y Reger (1999)	Mercados grandes vs. pequeños y activos críticos; innovación basada en la ciencia vs. innovación orientada al mercado	Grandes recursos de I+D en el país de origen; pocos recursos de I+D en el país de origen; orientación al mercado local; orientación al mercado internacional
Kuemmerle (1999)	Actividades de explotación de conocimiento vs. actividades de generación de conocimiento	<i>Home-base exploiting; home-base augmenting</i>
Niosi y Godin (1999)	Diversificación, integración vertical y redes globales	Diversificación internacional, integración vertical; redes globales
Patel y Vega (1999)	Ventaja tecnológica local o en el exterior	<i>Strong at host, weak at home; strong at home weak at host; strong both at home and host; weak both at home and host</i>
Zander (1999)	Ampliación internacional y diversificación internacional	Localmente centralizado; duplicado en un entorno internacional; disperse; diversificado internacionalmente
Archibugi y Michie (1995)	Comportamiento estratégico de la empresa; grado de vinculación de la actividad de I+D con el exterior	Explotación internacional de la tecnología; colaboración tecnológica internacional; generación internacional de tecnología
Dunning y Narula (1995)	Actividades de explotación de conocimiento vs. actividades de generación de conocimiento	<i>Asset-exploiting; asset-seeking</i>
Von Zedtwitz y Gassmann (2002)	Comportamiento estratégico de la empresa; determinantes de la internacionalización	<i>National treasure; market-driven; technology-driven; global</i>

Fuente: Niosi (1999) y elaboración propia

A estas corrientes se suman los desarrollos contemporáneos de la teoría evolutiva de la innovación, según la cual la empresa aparece como una unidad de aprendizaje, acumulando en su trayectoria conocimientos que conformarán su base competitiva y le permitirán acceder a nuevos mercados y ampliar su actividad productiva y de I+D al exterior (Patel y Pavit, 1997; Feinberg y Gupta, 2003). Este enfoque introduce una perspectiva dinámica en los modelos explicativos de la internacionalización, admitiendo el paso de un tipo de estrategia a otra en función de las circunstancias internas y ambientales (Von Zedtwitz y Gassmann, 2002).

También desde la teoría de la innovación, otros autores centran su atención en las características del conocimiento tecnológico, considerándolas determinantes en la decisión de acudir o no al exterior y en el análisis de los procesos de internacionalización de la I+D. Desde esta perspectiva, los autores que tratan el tema suelen basarse en el paradigma de Dunning como punto de partida para posteriores análisis empíricos (Galán y otros, 2000).

Según Dunning, la existencia de ventajas específicas de la empresa es una condición determinante para su salida al exterior. La I+D, y concretamente el conocimiento tecnológico, se considera una de estas ventajas específicas, pero con peculiaridades diferentes a las de cualquier otro activo de la compañía. Desde la teoría de la innovación se explica que este tipo de conocimiento es, en buena parte, tácito, reside en las personas y las organizaciones, de manera que su transferencia por la vía del mercado es complicada; es acumulativo y en su aprendizaje la experiencia juega un papel primordial; es horizontal y su aplicación cubre diversidad de actividades económicas; y, es multidisciplinar y necesita incorporar constantemente nuevos conocimientos desde distintas especialidades científico-técnicas (Dosi y otros, 1988 y Freeman y Soete, 1990). Además, es una actividad costosa, con un alto riesgo implícito y con dificultades a la hora de incorporar los resultados obtenidos en la propia organización y explotarlos. La empresa se enfrenta entonces a obstáculos derivados de su capacidad interna (capacidad de absorción) y de la existencia de efectos desbordamiento o *spillovers* que hay que gestionar mediante una cuidada política de protección de la propiedad intelectual.

En este escenario, hay fuerzas que impulsan la salida al exterior, como la necesidad de acceder a nuevas fuentes, estén donde estén, pero también fuerzas contrarias, proclives a centralizar estas actividades con el fin de lograr las mayores economías de aprendizaje e interacción entre las personas implicadas (Álvarez y Molero, 2004). Dados los altos costes de transacción que implica la transferencia de conocimiento, la disponibilidad de fuentes en el país de origen frenaría la salida al exte-

rior. Pero cuando una de las principales fuentes de ese conocimiento son los propios clientes, la I+D debe estar cerca de ellos para lograr la mayor adaptación posible a sus necesidades (Veugelers, 2005).

Si bien la mayor parte de la literatura sobre internacionalización de I+D se refiere a las empresas multinacionales, como motores indiscutibles de este fenómeno, algunos enfoques clásicos permiten ampliar el análisis a todo tipo de empresas. El más extendido por su versatilidad es el desarrollado por Archibugi y Michie (1994, 1995) dentro de la corriente del tecnoglobalismo. Estos autores distinguen tres niveles en el proceso de internacionalización de la I+D: la explotación internacional de innovaciones, la colaboración científico-técnica internacional y la generación internacional de innovaciones. De acuerdo con este planteamiento, no son sólo las empresas multinacionales las que siguen estrategias globales de innovación, también las empresas implantadas físicamente en un solo país lo hacen, ya sea mediante el acceso al mercado internacional de tecnología (compras o exportaciones de tecnología incorporada o no en bienes de equipo) o mediante la cooperación con organizaciones ubicadas en otros países.

En definitiva, las corrientes de estudio de la internacionalización de la I+D han ido incorporando a lo largo de los últimos años los aspectos más complejos de este fenómeno, más difíciles de identificar y cuantificar, pero más cercanos a la realidad. Dicha complejidad se acentúa al observar que muchas empresas optan por estrategias de cooperación a la hora de aumentar o explotar su conocimiento en el exterior. Por su relevancia en la situación competitiva de la empresa, estos procesos de cooperación han dado lugar a las llamadas alianzas tecnológicas internacionales y varios autores (Dunning, 1995; Niosi, 1995) han constatado que se trata de una práctica cada vez más habitual, como instrumento para avanzar en un entorno sujeto a una creciente incertidumbre.

II.2. COOPERACIÓN TECNOLÓGICA

Al igual que ocurre con el proceso de internacionalización, la cooperación tecnológica es uno de los temas más tratados en la literatura especializada y no sólo desde la economía, sino también desde disciplinas tan variadas como la sociología, la psicología o la política. Esta complejidad se ve reflejada en la amplitud del término, que algunos autores definen como “relación entre distintas organizaciones basada en la innovación y con un cierto contenido de I+D” (Hagedoorn y otros, 2002).

Como primer acercamiento a la cooperación tecnológica, conviene distinguir diferentes modalidades según el tipo de socio o según la estructura organizativa elegida para dar forma al intercambio de conocimiento. Desde la primera perspectiva, hay que diferenciar entre empresas, centros tecnológicos y centros públicos de investigación, mientras que el segundo enfoque introduce los conceptos de acuerdos formales e informales. Los acuerdos informales son difíciles de identificar, cuantificar y analizar, pero, aún así, algunos autores señalan que constituyen una parte importante de las relaciones de cooperación tecnológica en la realidad (Link y Bauer, 1989). Por el contrario, los acuerdos formales se basan en una relación contrastada y, tal y como señala Hagedoorn (2002), pueden consistir en la creación de una sociedad con participaciones de capital de los distintos socios o en acuerdos basados en un proyecto de I+D común.

A lo largo del tiempo, y según las circunstancias del entorno, la cooperación tecnológica ha evolucionado, de manera que si en los años 80 la forma imperante era la sociedad con participaciones en capital, en los 90 ganaron fuerza los acuerdos para proyectos tecnológicos. La mayor flexibilidad de esta última modalidad se adapta mucho mejor al contexto actual, por lo que sigue siendo la alternativa por la que optan mayoritariamente las empresas, especialmente en su vertiente de subcontratación de la I+D (Hagedoorn, 2002).

Con el fin de acotar el objeto de estudio, en el presente trabajo sólo se consideran los procesos de cooperación tecnológica formalizados como proyectos de I+D y en los que interviene, al menos, una empresa, es decir, aquellos que persiguen un objetivo comercial.

Desde el punto de vista de la literatura, las corrientes más representativas que han tratado de explicar por qué las organizaciones cooperan en I+D y qué resultados tiene esta cooperación para los socios, para la industria y para la sociedad en general se pueden dividir en dos grandes grupos (Caloghirou y otros, 2004b). El primero de ellos analiza la empresa considerando los mecanismos

de optimización de beneficios propios del enfoque neoclásico. Nos referimos a la teoría de los costes de transacción y a la organización industrial. El segundo grupo se basa en la teoría de los recursos, un enfoque muy próximo a la literatura sobre dirección estratégica (véase el Cuadro 4).

A continuación se exponen los principales argumentos de cada una de estas corrientes, para dar paso, en el segundo epígrafe, a una descripción más pormenorizada de los trabajos centrados en la vertiente internacional de la cooperación tecnológica. El capítulo concluye con un repaso detallado de la literatura centrada en el caso concreto de la empresa española.

Cuadro 4: La cooperación tecnológica en la literatura

CORRIENTES DE ESTUDIO	OBJETO DE ESTUDIO
Teoría de los costes de transacción	Cooperación como vía intermedia entre empresa y mercado
Teoría de la organización industrial	Conocimiento científico-tecnológico como bien público sujeto a fallos de mercado
Teoría de la dirección estratégica	Relación entre cooperación tecnológica y estrategia corporativa

Fuente: Elaboración propia.

II.2.a. Aproximaciones desde la literatura

En su origen, la teoría de los costes de transacción, desarrollada en el ámbito de la teoría de la empresa (Williamson, 1975, 1985), trata de explicar por qué las compañías deciden acudir al mercado o internalizar en su propia organización una tarea relacionada con su cadena de valor. La empresa optará por la forma más eficiente, la que implique menores costes de transacción. Los costes de transacción se incrementan cuando los contratos mercantiles no son capaces de recoger todas las actuaciones de las partes implicadas en cada una de las posibles contingencias, es decir, cuando los contratos son incompletos. Cuando se trata de transacciones vinculadas a bienes o servicios muy específicos, existen pocos proveedores y éstos tienen un alto poder de negociación, por lo que es más difícil formalizar contratos adecuados. Uno de los activos más específicos que existen en la empresa es el conocimiento, un bien intangible para el que es extremadamente complicado establecer contratos mercantiles. Las razones se encuentran en su propia naturaleza y han sido muchos los trabajos que se han encargado de demostrarlo, utilizando argumentos relacionados con tres de

sus principales características: la generación de externalidades (o *spillovers*), el riesgo de oportunismo y la alta incertidumbre de cara al mercado (Caloghirou y otros, 2004b).

Cuando una empresa incorpora nuevo conocimiento en un producto o proceso, está generando externalidades en su entorno que, en la práctica, provocan fallos en el funcionamiento del mercado y desincentivan las inversiones en I+D. Jaffe (1996) distingue tres tipos de externalidades. Las de tipo oneroso afectan a la tecnología incorporada en bienes materiales y se generan ante la imposibilidad que tiene el vendedor de fijar un precio que recoja fehacientemente el beneficio incremental que obtiene el comprador, pues, en parte, se desconoce en el momento de realizar la transacción. Las externalidades de conocimiento se producen cuando éste fluye desde el agente que lo genera hacia otros (competidores o empresas en otros sectores) sin la debida compensación. Por último, las externalidades de red están determinadas por los beneficios que obtienen otros productores que ofertan productos o servicios complementarios al pionero y que son necesarios para la comercialización exitosa de las nuevas tecnologías.

En cuanto al riesgo de oportunismo, se debe a la asimetría en información entre el comprador y el vendedor. Mientras que el comprador necesita tener información completa sobre el objeto de transacción antes de efectuar la compra, el vendedor es reacio a suministrarla sin tener la seguridad de que se va a efectuar la operación, pues estaría depreciando el valor de su producto, que precisamente reside en la novedad. A estas dificultades se añade la mayor incertidumbre tecnológica y comercial que existe en torno a los proyectos de I+D, debido a la dificultad de asegurar unos retornos financieros acordes con las inversiones necesarias para llevar a cabo dichos proyectos. Todos estos factores dificultan la formalización de contratos completos y desincentivan las inversiones en I+D, en comparación con otras inversiones en activos tangibles.

Por lo tanto, las transacciones vinculadas a productos o servicios con un alto componente de nuevo conocimiento son muy costosas, debido a las dificultades de formalizar contratos completos. La alternativa sería, en este caso, la internalización de todas las actividades de I+D, incluida la comercialización de los resultados, en la propia organización, siempre que el empresario estuviera dispuesto a asumir el coste y el riesgo que conllevan estas inversiones. Sin embargo, se abre una tercera vía con los acuerdos de cooperación, considerados una forma intermedia entre el mercado y la propia estructura empresarial (Williamson, 1996).

Esta forma intermedia presenta características muy adecuadas para llevar a cabo inversiones en I+D pues permite, por un lado, disminuir costes y riesgos (Sakakibara, 1997) y, por otro, acotar de manera razonable para las partes implicadas la difusión de los resultados obtenidos, controlando las externalidades (Cassiman y Veugelers, 2002). En los consorcios cada integrante puede establecer qué recursos va a comprometer y durante cuánto tiempo. Según la teoría de los costes de transacción, los acuerdos de propiedad industrial y de confidencialidad entre los socios mitigan, hasta cierto punto, los problemas que impiden la existencia de contratos completos.

Desde la organización industrial, la empresa se analiza a través de su función de producción, de manera que las decisiones se toman a partir de la información que transmiten los precios de los factores de producción, por el lado de la oferta, y los precios del mercado de bienes y servicios, por el lado de la demanda. Este enfoque no considera, por tanto, los aspectos internos que pueden explicar el funcionamiento de una empresa, a la que observa como una “caja negra” (Caloghirou y otros, 2004b). Los factores determinantes del comportamiento empresarial se centran así en la estructura del mercado en el que operan.

Bajo este supuesto, los autores interesados en estudiar la cooperación tecnológica se decantan por dos tipos de análisis: los que contemplan la existencia de múltiples trayectorias tecnológicas no excluyentes y los que consideran que la innovación es una carrera en una sola dirección y con un solo ganador (Hagedoorn y otros, 2002).

Los modelos excluyentes consideran que existen empresas líderes y empresas seguidoras. Los trabajos basados en esta perspectiva centran su atención en el momento de la innovación y en la posición monopolística que adquiere el innovador hasta que aparecen imitadores y competidores. Ya que la empresa pionera y las seguidoras están establecidas en trayectorias tecnológicas diferentes y únicas, la cooperación entre ellas sólo será posible con subsidios que la fomenten. En estos casos, es determinante el tipo de I+D que desarrollan los posibles socios. Si es complementario, habrá más probabilidades de intercambiar información que si se trata de I+D sustitutivo (Katsoulacos y Ulph, 1997). El interés en la cooperación tecnológica viene determinado también por sus efectos en los plazos de la innovación (Martin, 1994 y 1999), un aspecto esencial para analizar la posición competitiva del innovador en su mercado.

Por su parte, los modelos no-excluyentes analizan el alcance de la innovación en lo relativo a la reducción de costes. Tomando como referencia el trabajo de D'Aspremont y Jacquemin (1988), este enfoque tiene en cuenta que las actividades de I+D de una empresa están expuestas a una apropiación incompleta de sus resultados. Bajo estos supuestos, el interés se centra en analizar la eficiencia de la cooperación tecnológica en la función de producción de la empresa y en el bienestar social. Una de las aportaciones de esta corriente a la hora de explicar la decisión de cooperar es la consideración de las externalidades o *spillovers*, es decir, conocimiento que se difunde de manera no deseada entre otros agentes, especialmente entre los competidores (Cassimann y Veugelers, 2002; Hernán y otros, 2003; López, 2008). Cuanto más importantes son estos *spillovers*, mejores resultados se obtienen colaborando, ya que esta forma de organización internaliza los flujos de conocimiento dentro de la propia red.

Tanto la teoría de los costes de transacción como las aproximaciones desde la organización industrial, contemplan la cooperación tecnológica con un enfoque neoclásico, de manera que la decisión de adentrarse en este tipo de iniciativas se explica, fundamentalmente, por razones de costes. No tienen en cuenta otros aspectos relacionados con la dirección estratégica que si aparecen en corrientes de estudio complementarias, resaltando la estrecha relación existente entre las actividades de I+D y la estrategia corporativa (Miotti y Sachwald, 2003).

Desde esta perspectiva, Caloghirou y otros (2004b) proponen una clasificación de los trabajos publicados atendiendo a los temas prioritarios de interés. Por un lado, distinguen los análisis que consideran el papel estratégico de la cooperación y lo hacen desde tres puntos de vista: 1) como un instrumento que mejora la posición competitiva de la empresa, al ampliar las posibilidades de negocio de la cadena de valor propia sin incrementar sustancialmente los recursos dedicados a la producción (Porter, 1986; Hagedoorn, 1993); 2) como una decisión estratégica que trata de influir en el entorno, debilitando la posición de los competidores (Porter y Fuller, 1986; Hamel y otros, 1989) y 3) como una forma de maximizar las economías de escala y de alcance a partir de redes, caracterizadas por el alto nivel de confianza que existe entre sus miembros y por su capacidad para crear, conjuntamente, valor añadido (Hakansson y Johanson, 1984).

En un segundo bloque, se enmarcan los trabajos basados en la teoría de los recursos, que, de acuerdo con el enfoque pionero de Penrose (1959), considera a la empresa como una agrupación de recursos escasos, susceptibles de generar valor, no sustituibles y difícilmente imitables. Por tan-

to, existirán diferencias en el comportamiento de las empresas atribuibles a su dotación de recursos, incluso si éstas operan en el mismo sector de actividad o tienen un tamaño similar. Los activos propios, sean éstos de carácter tangible o intangible, necesitan ser combinados con recursos externos para construir y consolidar ventajas competitivas (Richardson, 1972; Teece, 1986). Buena parte de los recursos intangibles, al ser específicos e inimitables, son los que determinan de qué manera se utilizan los activos materiales en cada compañía.

Esta corriente introduce una división clara entre la propiedad de los recursos y el uso que se hace de ellos, de manera que cobran importancia aspectos como el liderazgo emprendedor, la acumulación de conocimiento y el aprendizaje organizativo a través de los recursos humanos. Todos estos factores implican que el análisis de la empresa ha de hacerse desde un punto de vista dinámico, es decir, considerando que las decisiones que toma el empresario dependen de la trayectoria anterior y, por lo tanto, son parte de un proceso y no un hecho aislado en el tiempo.

De acuerdo con esta visión dinámica de la teoría de la firma, todas las organizaciones tienden a desarrollar rutinas (Nelson y Winter, 1982) que se convierten en capacidades específicas de cada empresa. A partir de las capacidades propias, el empresario buscará las complementarias en el exterior, bien sea a través del mercado o de acuerdos de cooperación. Cuanto más específicas sean estas capacidades, más difícil será obtenerlas en el mercado y mayor será la probabilidad de acudir a la colaboración. En este sentido, Teece y otros (1997) relacionan la cooperación tecnológica con el concepto de capacidades dinámicas, de manera que la interacción con otros agentes se considera un instrumento que permite a la empresa aprender, reforzar y modificar sus capacidades y enfrentarse mejor a la incertidumbre propia del mercado tecnológico.

La cooperación tecnológica, según la teoría de los recursos, se entiende, por tanto, como una decisión estratégica cuyo objetivo es mejorar la dotación propia de una organización. En este sentido, Glaister (1996) distingue tres tipos de alianzas, según el mecanismo utilizado para incrementar dicha dotación: alianzas para ganar “masa crítica” de ciertos recursos; alianzas para acceder a nuevas capacidades mediante el aprendizaje y alianzas para generar nuevas capacidades a partir de las sinergias que se obtienen interactuando con los socios.

Junto con los análisis basados en el carácter estratégico de la cooperación y aquellos que surgen en el entorno de la teoría de los recursos, se debe señalar un tercer bloque de trabajos que basan

su análisis en las características propias del conocimiento y en la incertidumbre asociada a las inversiones en I+D. Desde esta perspectiva, la cooperación tecnológica se entiende como una reacción de las empresa ante diversos factores, como son la creciente globalización del conocimiento y el mayor ritmo del cambio tecnológico (Badaracco, 1991); la importancia de acceder a conocimiento externo específico de una organización e incorporarlo en la propia empresa (Ciborra, 1991); la necesidad de adentrarse en áreas tecnológicas desconocidas o alejadas de las competencias centrales de la empresa (Dogson, 1991) o la conveniencia de adelantarse al mercado y explorar las posibilidades económicas de tecnologías de vanguardia (Sanchez, 1995).

En definitiva, el análisis de la cooperación tecnológica se basa en tres grandes corrientes de investigación que aportan una visión complementaria de este tema. Desde la perspectiva de la organización industrial, la cooperación se observa como un instrumento que aparece en el marco de las relaciones de la I+D y la posición competitiva de la empresa. Así, los proyectos tecnológicos se clasifican atendiendo al tiempo que transcurrirá hasta que tengan efecto comercial (investigación básica, investigación pre-competitiva e investigación aplicada) y la probabilidad de cooperar será más alta cuantos mayores sean los beneficios que ofrezca en relación a cada tipo de proyecto. También se ha analizado en numerosos trabajos el papel del tipo de socio elegido en función de sus efectos en el mercado (Santamaría y Rialp, 2007; Veugelers y Cassiman, 2005; Tsakanikas y Caloghirou, 2004; Miotti y Sachwald, 2003). En general, la colaboración con universidades o centros públicos parece tener una menor vinculación con aspectos comerciales, mientras que la colaboración con competidores, proveedores y clientes tiene efectos más inmediatos.

La teoría de los costes de transacción analiza la cooperación en cuanto herramienta que puede atenuar los costes asociados a la actividad de I+D. En este sentido, los estudios observan cómo la cooperación puede disminuir las externalidades no deseadas; la incertidumbre acerca de los resultados finales o los comportamientos oportunistas debidos a la asimetría de información entre las partes implicadas.

Por último, los enfoques centrados en la dirección estratégica ofrecen una perspectiva cuyo eje central es la empresa y sus características específicas. Desde este punto de vista, los aspectos relacionados con la cooperación que interesan son el acceso a nuevos recursos y capacidades que complementen los propios; la integración de la decisión de cooperar en las estrategias corporativas y los mecanismos que generan conocimiento y aprendizaje en el ámbito de los consorcios tecnoló-

gicos. Este último punto es de vital importancia para facilitar la transferencia de conocimiento desde unos agentes a otros.

Como compendio de esta diversidad de enfoques, buena parte de la literatura empírica construye sus esquemas de análisis basándose en un cuerpo teórico que se identifica con los motivos de la cooperación en general. Estos motivos se agrupan en tres grandes bloques: acceder a conocimiento complementario; compartir costes y riesgos en el desarrollo de innovaciones y adentrarse en nuevos mercados (Schmidt, 2007; Hagedoorn, 2003).

Incorporando un punto de vista integrador entre los procesos de cooperación tecnológica y los procesos de internacionalización, la taxonomía desarrollada por Archibugi y Michie (1995) – uno de los trabajos más citados en la literatura sobre cooperación tecnológica internacional-, constituye un intento por aunar enfoques dispersos. Estos autores identifican tres categorías relativas a la internacionalización de las actividades de I+D: la explotación internacional de innovaciones producidas nacionalmente; la generación global de innovaciones y las colaboraciones tecnológico-científicas globales. Esta última categoría incluye dos vías de internacionalización para la empresa: las *joint-ventures* (JV), formadas para desarrollar proyectos innovadores específicos y los acuerdos en el ámbito de la producción, consistentes en intercambios de equipos y/o información técnica. La clasificación de Archibugi y Michie explica, a través de un modelo simple, las alternativas que tiene la empresa para gestionar sus actividades de I+D, bajo el supuesto de que el contexto donde se toman estas decisiones es la economía global.

En los siguientes apartados se amplía la revisión de la literatura empírica desde dos perspectivas. En primer lugar se describen los principales trabajos de investigación que tratan de analizar la cooperación tecnológica internacional. En segundo lugar, se ofrece un recorrido detallado sobre los trabajos que analizan la relación de la empresa española con la cooperación tecnológica.

II.2.b. La cooperación tecnológica y su vertiente internacional

Como ya se ha señalado al comienzo de este capítulo, la cooperación tecnológica internacional se puede considerar un área de estudio reciente y sujeto a importantes limitaciones analíticas relacionadas con la fragmentación de los enfoques teóricos y la escasez de fuentes de información con-

trastadas y homogéneas en el ámbito internacional (Archibugi y Iammarino, 2002). En este escenario, los trabajos publicados cubren generalmente dos aspectos: por un lado describen el marco teórico de la cooperación tecnológica internacional a partir de los desarrollos procedentes de la internacionalización de la empresa y la cooperación tecnológica; y, por otro, identifican las tendencias actuales analizando las bases de datos disponibles.

En general, la frontera entre la cooperación en I+D y la cooperación internacional en I+D es bastante difusa en la literatura. De hecho, las principales fuentes de datos disponibles, como la CATI-MERIT, la *Financial Thomson Joint Venture* o la NCRA-RJV, contienen información de JV tanto nacionales como internacionales. Los trabajos sobre los motores de la cooperación internacional en I+D añaden argumentos específicos al conjunto de ventajas relacionadas con la cooperación, ya analizadas en el epígrafe anterior (internalización de *spillovers*, costes y riesgos compartidos, acceso a conocimiento complementarios, oportunidades de aprendizaje). Basándose en la teoría de los costes de transacción, algunos autores señalan que, cuando el conocimiento es un activo específico de una empresa o país, como es el caso del inmovilizado inmaterial no comercializable, la cooperación internacional incrementa la probabilidad de apropiarse del conocimiento, independientemente de dónde se haya generado (Archibugi y Iammarino, 2002), así como de aprender a partir de la interacción entre tecnología y mercados extranjeros (Narula y Hagedoorn, 1998), todo ello sin necesidad de realizar inversiones muy costosas. Por otra parte, las mejoras en el transporte y las telecomunicaciones facilitan el contacto personal entre socios geográficamente distantes y reduce los costes de la coordinación (Narula, 2003). Estos argumentos, resaltados también por la literatura sobre internacionalización para explicar la localización de las actividades de I+D en el exterior, reflejan una cuestión importante: en un contexto global, la naturaleza estratégica de las actividades de I+D se refuerza cuando éstas se desarrollan bajo cooperación internacional, ya que persiguen el acceso a un activo o a un mercado esencial para la empresa, no disponible en el entorno local, y se enfrentan a elevados costes derivados de su ubicación.

La base de datos CATI (*Cooperative Agreements and Technology Indicators*) desarrollada por el *Maastricht Economic Research Institute in Technology* (MERIT), incluye información sobre RJV publicadas en prensa (revistas, libros y memorias de empresas) durante las últimas décadas. Los autores que han trabajado con esta base de datos (Hagedoorn, 2002; Hagedoorn y otros, 2002) señalan que las alianzas tecnológicas que implican, principalmente, a socios de la triada – Norte

América, la Unión Europea y Japón – se han incrementado sustancialmente entre 1970 y 1988, alcanzando un máximo en 2003 (National Science Board, 2008). La proporción de acuerdos internacionales sobre el total ha oscilado en torno al 55% durante los años noventa, mientras que una parte importante de las alianzas interiores se ha debido a la colaboración intra-EEUU en dos campos fundamentales: tecnología de la información y biotecnología. También cabe señalar que los acuerdos de investigación entre empresas se han concentrado en un número reducido de industrias de alta tecnología. Por otra parte, la creciente normalización de las leyes de protección de la propiedad intelectual refuerza la elección de las redes y los acuerdos contractuales en lugar de las JV basadas en participaciones de capital (Narula y Hagedoorn, 1998).

Los estudios realizados con la base de datos *Thomson Financial Joint Venture* —que contiene información de la *Security and Exchange Commission* y sus homólogos internacionales—, confirman muchos de los resultados mencionados previamente (Moskalev y Swesen, 2007): las JV son más frecuentes en industrias intensivas en tecnología, como son farmacia, química, equipamiento electrónico y eléctrico o equipos de comunicación y telecomunicaciones, debido a los elevados riesgos y costes asociados a sus actividades. De hecho, entre 1990 y 2000, una de cada tres JV registradas por esta base de datos se trataba de un acuerdo tecnológico o de I+D. La dimensión internacional de estos acuerdos también es reseñable, al ser un rasgo presente en el 64% y 50% de todas las RV tecnológicas y de I+D, respectivamente.

Otra fuente de datos relevante proviene de la *U.S. National Cooperative Research Act*, una iniciativa legislativa promulgada en 1984 para fomentar la cooperación entre las empresas estadounidenses. Los últimos estudios realizados con esta fuente concluyen que compartir los costes de la I+D es un incentivo importante para la formación de RJV. Además, variables como las diferencias de tamaño entre empresas, el número de miembros en el consorcio, el sector de actividad de la empresa y el impacto sobre las inversiones en I+D son variables significativas en la cooperación internacional (Röller y otros, 2006).

También los procesos de cooperación que tienen lugar en el entorno del Programa Marco de la Unión Europea han sido objeto de estudio en varias ocasiones. En el capítulo III.2 de esta tesis se detallan los resultados empíricos obtenidos en las investigaciones más relevantes, entre las que cabe destacar la desarrollada dentro del programa TSER (*Targeted Socio-economic Research*), incluido en el IV PM. En este ámbito, Hernán y otros (2003) comprueban que la probabilidad de

formar consorcios está influida positivamente por la existencia de *spillovers*, por la intensidad en I+D del sector, por el grado de concentración en la industria, por el tamaño de la empresa y por la experiencia pasada en proyectos de colaboración.

En general, se puede afirmar que, en su intento por crear un esquema teórico común, la literatura sobre cooperación tecnológica internacional se ha ocupado de dos aspectos generales, como son los motivos que influyen en la decisión de cooperar con socios extranjeros y los modelos posibles de organizar esta relación (Lundin et al, 2004). Ante la decisión de cooperar en el ámbito de la I+D, la empresa puede optar por elegir socios nacionales o internacionales. En el contexto actual, hay condiciones que apoyan la elección internacional, como son los avances en telecomunicaciones y en transportes que facilitan el contacto entre socios geográficamente alejados y reducen los costes de organización (Narula, 2003); la creciente armonización de normativas, especialmente en las áreas geográficas con acuerdos suprarregionales (UE, NAFTA) o el fenómeno de la globalización, que afecta tanto al acceso a conocimiento generado en cualquier parte del mundo (Archibugi y Iammarino, 2002) como a las condiciones de competencia, vinculadas, inevitablemente, al contexto internacional (Narula y Hagedoorn, 1998).

En cuanto a las formas de organización, la clasificación más extendida es la que distingue entre acuerdos con participación en capital y sin participación. Entre los primeros se encuentran las *joint-ventures*, definidas por Hagedoorn (2002) como unidades organizativas creadas y controladas por dos o más empresas que, habitualmente, son también sus propietarias. Otras opciones, sin participación de capital, son la formación de redes o los proyectos conjuntos, donde la interdependencia entre socios es menor que en las *joint-ventures*. Desde un punto de vista amplio, también hay autores que consideran ciertas transacciones de mercado como formas de cooperación, especialmente las que tienen lugar con proveedores tecnológicos, que se convierten en actores estratégicos en la cadena de valor de la empresa (Narula, 2003).

Aunque cada una de las formas de organización de la cooperación tecnológica internacional tiene sus ventajas específicas para la empresa, las cifras muestran que, en los últimos años, las opciones que ganan terreno son los proyectos conjuntos, las redes de colaboración y las transacciones económicas, es decir, las que no se basan en participaciones en capital. El principal motivo es la mayor flexibilidad que ofrecen en un entorno de complejidad tecnológica y rápidos cambios y la mejora global de las normativas sobre protección de la propiedad intelectual (Narula y Hagedoorn, 1998).

Considerando el estado en que se encuentra la investigación sobre este tema, sería útil establecer un marco conceptual e integrador que pudiera servir de modelo para la mayor parte de aproximaciones empíricas, entendiendo la cooperación tecnológica internacional como una alternativa estratégica para gestionar de la manera más eficiente posible transacciones vinculadas a la tecnología y que implican una transferencia de conocimiento entre socios localizados en distintos países, con el fin de acceder a recursos específicos de dichos socios y/o de dichos países.

Definimos así las tres características comunes a los procesos de cooperación tecnológica internacional: (1) relevancia estratégica al más alto nivel corporativo; (2) articulación en torno a procesos de transferencia de conocimiento y aprendizaje y (3) importancia de los nexos que se establecen con mercados internacionales. En el capítulo II.3 se propone un esquema conceptual basado en los enfoques teóricos que explican, por un lado, la internacionalización de la actividad empresarial y, por otro, la cooperación tecnológica y que son, bajo nuestro punto de vista, necesarios para entender las tres características señaladas.

II.2.c. La cooperación tecnológica y la empresa española

El comportamiento de la empresa española respecto a la cooperación tecnológica ha sido poco analizado desde un punto de vista empírico, en parte debido a la dificultad de acceder a datos contrastados sobre muestras significativas de empresas y en parte, por la falta de modelos teóricos que se adapten a las características del tejido empresarial español. Los estudios realizados enfocan el tema de la cooperación tecnológica de manera general, sin distinguir entre cooperación en el ámbito nacional e internacional. Un esquema de la revisión de la literatura más reciente aparece en el Cuadro 5.

Hasta la fecha, la investigación se ha basado, fundamentalmente, en dos tipos de fuentes de información estadística: por un lado la encuesta de innovación del INE y por otro, encuestas postales a partir de una selección previa de empresas innovadoras, como la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE). A continuación se enumeran los trabajos más significativos elaborados con ambos instrumentos estadísticos.

La publicación a mediados de los años 90 de las primeras encuestas de innovación del INE permitió que algunos autores se sumaran a las corrientes de análisis de la cooperación tecnológica, aplicando los modelos teóricos al caso concreto de las empresas españolas. Así, Cassiman (1999) utiliza

directamente los resultados de esta encuesta para explicar los motivos que impulsan a las empresas a colaborar, dentro de su estrategia de innovación. Como marco de referencia teórico, este autor establece tres tipos de factores determinantes: (1) compromiso y coordinación entre socios para alcanzar un mayor nivel de inversión en I+D, (2) costes compartidos y (3) complementariedad de las actividades internas y externas. Los resultados que obtiene, aunque limitados por tratarse de datos agregados a nivel sectorial, señalan que los costes compartidos en estrategias de apertura de mercados son importantes a la hora de tomar la decisión de cooperar, ya que las empresas más exportadoras son las que más cooperan. También la capacidad interna de la empresa determina una mayor propensión a cooperar, demostrando así la validez de la hipótesis de la complementariedad, de acuerdo con la teoría de los recursos.

En estudios posteriores, Bayona y otros (2001) amplían los trabajos de Cassiman utilizando información extraída a nivel individual mediante encuestas postales a una selección de empresas innovadoras identificadas por el INE como tales. Estos autores proponen un esquema teórico basado en tres tipos de factores determinantes de la decisión de cooperar: (1) factores de contenido de la actividad de I+D (complejidad tecnológica, costes y riesgo implícito), (2) factores de mercado (dificultades de financiación de la I+D, estrategias de ampliación de mercados, estrategias de innovación en producto) y (3) características de la empresa (tamaño, capacidad de I+D). Los resultados se interpretan teniendo en cuenta la variable tamaño de la empresa. Así, las empresas con mayor propensión a cooperar son aquellas de mayor tamaño, que operan en sectores intensivos en tecnología, con una importante capacidad innovadora propia y dispuestas a asumir un mayor nivel de riesgo. Atendiendo al tamaño de las empresas, estos autores confirman que para la submuestra de empresas grandes tienen mayor peso los factores relacionados con el contenido de la actividad innovadora, mientras que las compañías más pequeñas están más expuestas a los obstáculos provenientes del mercado.

A partir de los trabajos de Cassiman y Veugelers (2002) para el caso de las empresas belgas y basándose en los resultados de la encuesta de innovación europea (CIS3), en los últimos años se han lanzado varios proyectos internacionales centrados en el análisis de los *spillovers* como factor determinante de la decisión de cooperar (Abramovsky y otros, 2009).

En esta línea y analizando los datos para las empresas españolas, López (2008) constata que la probabilidad de cooperar en I+D es mayor cuanto mayores son los *incoming spillovers* (información

disponible públicamente) y más efectiva es la protección de resultados de la innovación. Asimismo, este autor confirma que el tamaño de la empresa; la importancia de los costes y el riesgo como obstáculos a la innovación y la disponibilidad de “saber-hacer” tecnológico en la propia organización, son factores que incrementan la propensión de las empresas a cooperar.

Desde otra perspectiva, y utilizando los datos procedentes de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales, han sido varios los trabajos que han considerado las diferencias existentes en los procesos de cooperación según el tipo de socio que la empresa elija. Así, Santamaría y Rialp (2007) analizan la relación que existe entre los motivos para cooperar y el tipo de socio elegido por la empresa, confirmando la existencia de una relación positiva entre la cooperación vertical (aquella llevada a cabo con clientes y proveedores) y los motivos relacionados con el mercado, como la obtención de innovaciones, el incremento de cuota de mercado y el grado de internacionalización. Por su parte, las universidades y los centros tecnológicos son los socios preferidos cuando la empresa persigue potenciar sus capacidades tecnológicas y también cuando pretende acceder a fondos públicos para financiar el proyecto cooperativo.

En un trabajo posterior Santamaría y Rialp (2007a) analizan estos mismos aspectos teniendo en cuenta el tamaño y el sector de la empresa. Sus conclusiones apuntan que, para el caso de la PYME, existe una relación positiva entre la cooperación con proveedores y el objetivo de internacionalizar la actividad de la empresa, medido a través de la propensión exportadora. Estos resultados se revisan incluyendo variables de control sectoriales, de manera que, para el conjunto de la muestra, sólo en sectores dominados por los proveedores se da esta relación positiva, mientras que en los sectores intensivos en escala, los clientes son los socios preferidos para incrementar la internacionalización. Aunque este trabajo no aporta información sobre la nacionalidad de los socios, se puede suponer que, cuando el objetivo es internacionalizar la actividad de la empresa a partir de la cooperación, lo más probable es que los socios elegidos sean extranjeros o estén implantados en el extranjero.

Otra línea de investigación paralela a la anterior analiza el impacto que tiene la cooperación en los resultados tecnológicos y económicos de la empresa. Utilizando datos de la ESEE para el periodo 1997-2002, Nieto y Santamaría (2006) estudian este impacto en las PYME y en las grandes empresas. Para ello estiman dos series de modelos. La primera compara los resultados innovadores (en producto y en proceso) de las PYME que cooperan y las que no lo hacen. La segunda compara la

mejora en términos innovadores de PYME y empresas grandes que cooperan². Respecto a la primera serie de modelos, se confirma que el impacto negativo de ser PYME en la probabilidad de obtener innovaciones es menor cuando la PYME colabora. La diferencia es aún mayor considerando la probabilidad de realizar innovaciones de producto. Por otra parte, la estimación econométrica de la segunda serie de modelos confirma que el impacto positivo que tiene la cooperación en la mejora de la posición innovadora de la empresa es mayor para el colectivo de las PYME si nos referimos a innovaciones de producto. Para las innovaciones de proceso, el impacto es ligeramente superior en las grandes empresas. Esto confirmaría que, tratándose de innovaciones de producto, el efecto positivo de la cooperación es mayor en las PYME que en las grandes.

Introduciendo información sobre el tipo de socio con el que coopera la empresa, Nieto y Santamaría (2007) concluyen que la colaboración con proveedores es la que tiene un mayor impacto en la consecución de innovaciones de producto, claramente por encima de los clientes y de los socios institucionales (universidades y centros tecnológicos).

Surroca y Santamaría (2007) analizan el impacto de la cooperación tecnológica en los resultados de la empresa española considerando el papel mediador que tienen los resultados tecnológicos, esto es, la consecución de innovaciones de producto o de proceso, sobre los económicos. A partir de este planteamiento, introducido por Crepón y otros (1998) para determinar el impacto de la I+D+I, y tomando la teoría de los recursos y capacidades de la empresa como base teórica, los autores estudian el efecto que tiene la cooperación según el tipo de socio con quien se lleve a cabo. Así, la cooperación vertical con clientes o proveedores afecta directamente, tanto a los resultados innovadores como a los económicos, debido esto último a la explotación por parte de la empresa de las ventajas asociadas a la pertenencia a una red. La cooperación institucional sólo tendrá efectos en los resultados económicos indirectamente, a través de los resultados innovadores, aunque a largo plazo si que se observa un impacto directo, lo que se explicaría por el cambio que han experimentado universidades y centros públicos de investigación, más orientadas ahora a la investigación aplicada. Por el contrario, la cooperación horizontal tendría un efecto negativo sobre ambos resultados,

² Para medir la mejora en términos innovadores utilizan una variable dicotómica que toma valor 1 cuando la empresa pasa de ser no innovadora en el año $t-1$ a innovar en t o cuando la empresa continua siendo innovadora respecto al año anterior.

al tratarse de proyectos cooperativos no competitivos, muy alejados del mercado, pues de otro modo habría conflicto de intereses.

Cuadro 5: Cooperación tecnológica y empresa española: trabajos empíricos

Autores	Objetivos	Datos	Resultados más relevantes
Cassiman (1999)	Factores que explican la cooperación	INE	+ Costes compartidos + Complementariedad entre socios
Bayona y otros (2001)	Factores que explican la cooperación	Encuestas e INE	+ Mayor tamaño + Sectores intensivos en tecnología + Capacidad innovadora propia
López (2008)	Factores que explican la cooperación	CIS 3	+ <i>Incoming</i> spillovers + Protección de Propiedad Intelectual + Mayor tamaño + Capacidad tecnológica
Santamaría y Rialp (2007)	Relación entre motivos para cooperar y tipo de socio	ESEE	+ Cooperación vertical y acceso a mercados + Cooperación institucional y aumento de capacidad tecnológica
Santamaría y Rialp (2007a)	Considerando tamaño y sector		+ Cooperación con proveedores y exportaciones (PYME)
Arranz y Fdez. de Arroyabe (2008)	Objetivos según el tipo de socio	INE	+ Cooperación internacional y acceso a recursos de otros países
Nieto y Santamaría (2006)	Efectos de la cooperación en resultados de la empresa	ESEE	+ Cooperación y resultados innovadores de PYME (para innovaciones de producto)
Nieto y Santamaría (2007)	Considerando tipo de socio		+ Cooperación con proveedores e innovaciones de producto
Surroca y Santamaría (2007)	Efectos de la cooperación en resultados tecnológicos y económicos de la empresa	ESEE	+ Cooperación vertical y resultados económicos y tecnológicos + Cooperación institucional y resultados tecnológicos (y, a través de éstos, efecto en resultados económicos)
Heijs y Buesa (2007)	Efecto de los programas públicos en la cooperación	Encuesta individual	+ Éxito del programa relacionado con experiencia previa en cooperación de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

Desde otro enfoque de investigación, hay que mencionar los trabajos que examinan el papel de las políticas públicas de apoyo a la cooperación tecnológica. Heijs (2005) realiza una detallada revisión de los trabajos publicados sobre la evaluación de este tipo de políticas y analiza el impacto de los programas públicos para el caso concreto de las empresas españolas. De éste y otros trabajos (Heijs y Buesa, 2007) se desprende la conclusión de que el éxito de los instrumentos públicos de apoyo a la cooperación tecnológica está muy relacionado con la experiencia previa de la empresa en proyectos cooperativos.

En la literatura centrada en la empresa española, al igual que ocurre en la literatura en general, son muy escasas las referencias al tema específico de la cooperación tecnológica internacional. Cabe mencionar algunos de los resultados que obtienen Arranz y Fernández de Arroyabe (2008) al analizar los objetivos de la cooperación en función del tipo de socio, utilizando datos de la Encuesta de Innovación del INE para 1997. Estos autores señalan que la cooperación tecnológica internacional se considera una vía para acceder a recursos de otros sistemas nacionales de innovación y, por lo tanto, la nacionalidad del socio dependerá de las fortalezas tecnológicas asociadas a su país de origen. Así, la cooperación de empresas españolas con otras de Estados Unidos se explica por el alto nivel tecnológico de ese país en áreas como la biotecnología, la electrónica o los equipos médicos. De hecho, la obtención de patentes tiene un efecto positivo en la probabilidad de cooperar con organizaciones de este país, no sólo en sectores de alta tecnología, sino también en los de tecnología media.

También se detectan diferencias entre la cooperación nacional y la cooperación con socios de la UE. La cooperación nacional tiene el objetivo de mejorar la posición de mercado, minimizando costes y riesgos asociados con la I+D, mientras que la cooperación en el entorno europeo se considera una cooperación internacional dirigida a conseguir sinergias que minimicen los obstáculos de la innovación referidos a la falta de mercados y el acceso a conocimiento.

II.3. PROPUESTA DE UN MARCO CONCEPTUAL PARA LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA INTERNACIONAL

Tras este recorrido por la literatura, la complejidad del estudio de la cooperación tecnológica internacional parece evidente. Complejidad que no ha impedido avanzar en el conocimiento del tema, recurriendo a todas las herramientas disponibles, tanto desde el punto de vista teórico como empírico. El conocimiento existente sobre la cooperación tecnológica internacional proviene, básicamente, de dos corrientes paralelas de estudio: la internacionalización de la I+D y la colaboración en I+D.

La primera, apoyada originalmente sobre la teoría de la inversión extranjera directa, ha sido muy fructífera, proponiendo modelos que explican cómo y por qué las empresas multinacionales llevan a cabo actividades de I+D en el extranjero e incorporando de forma progresiva nuevas perspectivas desde la teoría evolutiva de la innovación (Niosi, 1999). Así, desde los enfoques más estáticos, que convertían a la inversión directa en el exterior y a las multinacionales en protagonistas casi absolutos de la internacionalización empresarial, se han incorporado perspectivas más dinámicas, de carácter secuencial, que distinguen distintas etapas en el proceso por el que una compañía decide salir al exterior. Más recientemente, la complejidad del proceso se ha visto acentuada con aportaciones literarias basadas en modelos interactivos, donde la empresa se entiende como una organización imbuida en una red y sujeta a un aprendizaje constante que le permite explotar en el exterior sus ventajas competitivas. Estudios recientes sobre inversión internacional en I+D subrayan la importancia de una perspectiva dual con relación a los flujos de conocimiento entre el país de origen y de destino y la relevancia estratégica de las externalidades (*spillovers*) generadas en ambas economías (Veugelers, 2005).

Por otra parte, los autores interesados en la cooperación en I+D se han dedicado a analizar, principalmente, dos cuestiones: cuáles son los motivos de la colaboración y qué efectos tiene la misma sobre los socios y sobre la industria. De acuerdo con la teoría sobre costes de transacción, el conocimiento es un activo intangible, expuesto a fallos de mercado y a la existencia de efectos desbordamiento o *spillovers*, de manera que los resultados obtenidos por un agente se dispersa hacia otros agentes que no han participado en su desarrollo pero que reciben los beneficios. Por tanto, los contratos de mercado de I+D son incompletos, al ser incapaces de captar todo el valor generado por este tipo de actividades. A través de la cooperación, las empresas evitan el elevado coste de internalizar las actividades de I+D, mientras minimizan el coste de una transacción incompleta (Hage-

doorn y otros, 2002). Desde la perspectiva de la organización industrial, la dinámica de la I+D se ha relacionado con la posición competitiva de la empresa, señalando que la cooperación facilita una rápida respuesta a los cambios del mercado (Porter, 1986). Básicamente a través de la teoría de los recursos, algunos autores también han destacado la relación entre la estrategia corporativa de la empresa y el proceso de cooperación en I+D. Puesto que la innovación es una actividad intensiva en conocimiento, la cooperación permitiría aprender de los socios e incorporar capacidades complementarias (Teece y otros, 1997).

En este escenario, los avances estadísticos han sido decisivos para ampliar el conocimiento sobre los procesos de cooperación tecnológica. De hecho, la publicación de estadísticas homogéneas en el ámbito de la Unión Europea (*Community Innovation Survey*) está impulsando notablemente la aparición de investigaciones sobre este tema.

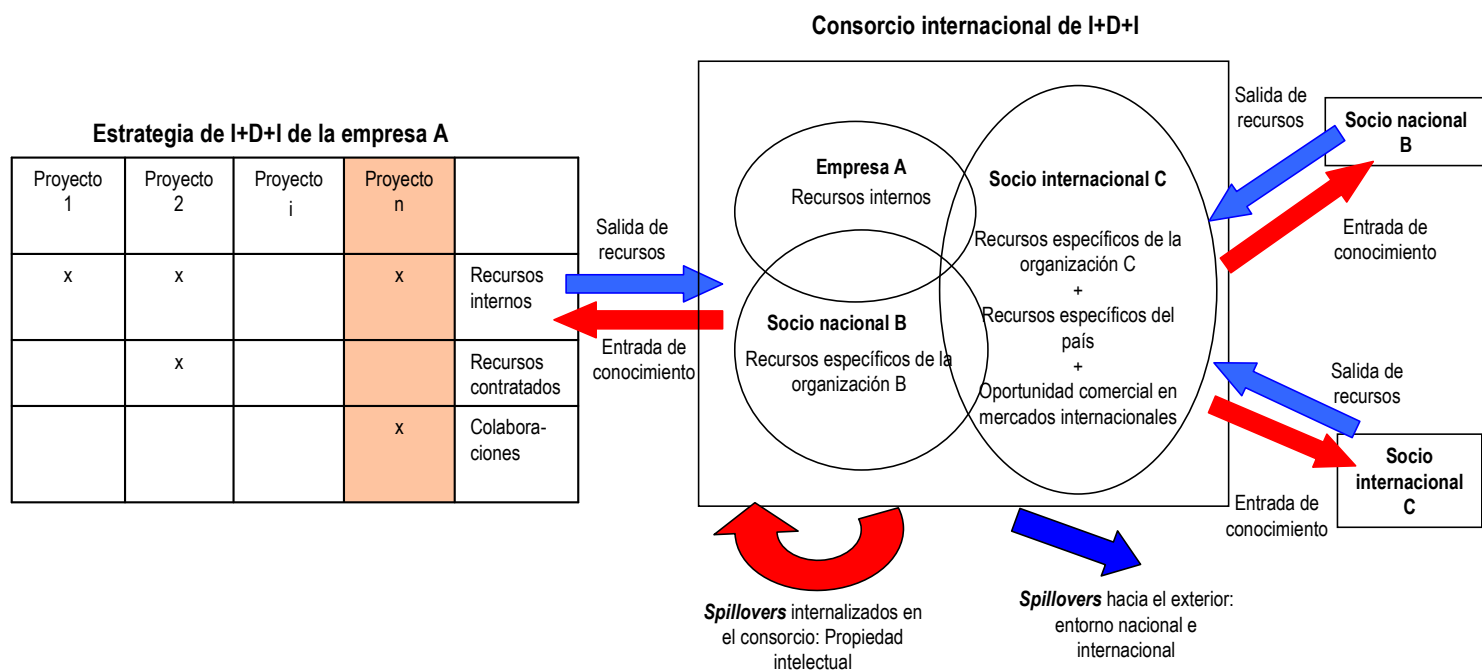
Todo parece indicar que nuestro conocimiento sobre la cooperación tecnológica en su vertiente internacional no ha hecho más que empezar y que los desarrollos más recientes están abriendo áreas de estudio novedosas. No obstante, la avidez con la que se reciben nuevos datos está dando lugar a un cuerpo literario caracterizado por la fragmentación, tanto de enfoques como de resultados, con la consiguiente dispersión de conocimiento. De hecho, no existe un modelo teórico que explique el proceso de cooperación tecnológica internacional como objeto de estudio individualizado. La literatura sobre el tema se limita a abordar de manera general los motivos que influyen en la decisión de cooperar con socios extranjeros y describir los modelos posibles de organizar esta relación.

En este sentido, el presente trabajo propone un marco conceptual, entendiendo la cooperación tecnológica internacional como una alternativa estratégica para gestionar, de la manera más eficiente posible, transacciones vinculadas a la tecnología y que implican una transferencia de conocimiento entre socios localizados en distintos países, con el fin de acceder a recursos específicos de dichos socios y/o de dichos países. Con este enfoque, se unifican las aportaciones provenientes de la teoría de los costes de transacción y la dirección estratégica, de la organización industrial y de los trabajos sobre la internacionalización de la empresa.

El esquema conceptual propuesto se representa en el Gráfico 1. La empresa A elabora su estrategia y su presupuesto de I+D+I y lo ejecuta a través de un número determinado de proyectos de in-

vestigación, contando con los recursos internos de la empresa, la contratación de recursos en el mercado y la colaboración con socios tecnológicos.

Gráfico 1: Esquema conceptual aplicado a la cooperación tecnológica internacional



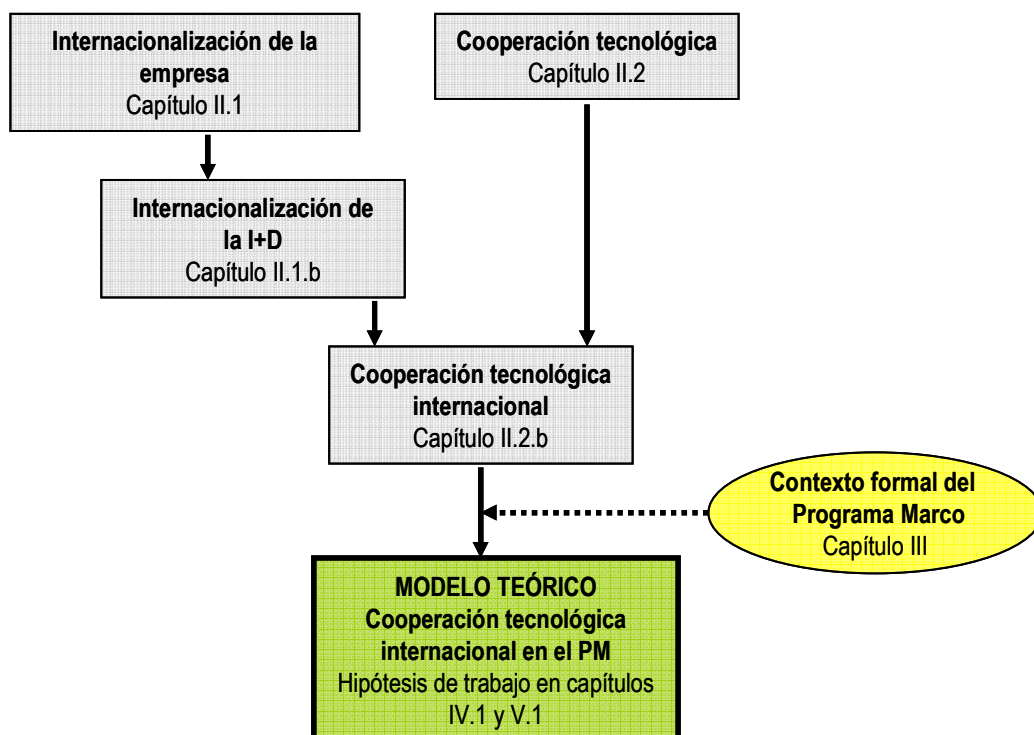
Fuente: Elaboración propia

Los proyectos que se desarrollen en colaboración con socios tecnológicos se organizarán bajo la forma de consorcios en los que pueden participar socios nacionales y socios internacionales. Los socios nacionales aportarán los recursos específicos de su organización, mientras que los socios internacionales, además de estos recursos propios de la organización, facilitarán el acceso a recursos específicos de su país (infraestructuras de investigación, personal cualificado, sistema educativo, programas de financiación pública a la I+D, etc). Junto con estos activos tecnológicos, el socio internacional también ofrece la posibilidad de entrar en otros mercados mediante la explotación conjunta, por ejemplo, de los resultados de la investigación. Los acuerdos de propiedad intelectual sobre el nuevo conocimiento generado son fundamentales para controlar los flujos del mismo y evitar, en la medida de lo posible, los *spillovers* indeseados al exterior. En este caso, la dispersión de resultados tendrá lugar dentro del consorcio, de manera que cada socio pueda apropiarse de lo que le corresponde según los acuerdos previos de propiedad intelectual, y también hacia el exterior, en los ámbitos nacional e internacional.

Las entradas de conocimiento en la empresa A amplían sus recursos internos y, por lo tanto, mejoran su posición para participar en futuros proyectos de cooperación, desde dos puntos de vista: como oferente de colaboración (tiene más recursos que pueden interesar a socios potenciales) y como demandante (tiene más capacidad interna para absorber conocimiento de terceros y más experiencia para coordinar el trabajo conjunto). El mismo razonamiento se aplicaría al resto de socios, que aportan sus recursos y reciben a cambio entradas de nuevo conocimiento.

Aplicando a este planteamiento las circunstancias concretas que caracterizan al PM (descritas con detenimiento en el capítulo III) se ha enunciado un conjunto de hipótesis que conforman la base teórica de esta tesis y que aparecen en los capítulos IV y V. La figura A representa el esquema que ha servido de base para el planteamiento de las hipótesis de trabajo.

FIGURA A
Base de conocimiento utilizada para la elaboración del modelo teórico



III. EL PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA UE

Dado que los procesos de cooperación tecnológica que van a ser objeto de análisis se desarrollan en un ámbito formal muy definido, como es el Programa Marco de I+D+I de la Unión Europea, conviene obtener una visión general del entorno institucional donde tienen lugar. Una vez considerados estos aspectos generales, es necesario analizar el conocimiento existente sobre el Programa Marco desde el enfoque de esta tesis doctoral, revisando las conclusiones a las que han llegado los autores interesados en distintas dimensiones de la cooperación tecnológica dentro del principal programa de cooperación europea en el ámbito de la I+D.

De acuerdo con este planteamiento, el capítulo explica, en su primer apartado, los aspectos más relevantes del Programa Marco, tales como la evolución de su contenido y de su estructura, los procedimientos formales a los que deben acogerse los participantes³ y la dinámica de funcionamiento. El segundo apartado ofrece un recorrido por las corrientes de estudio que se han ocupado de analizar los procesos de cooperación tecnológica que tienen lugar en este programa y que servirán de base para formular las hipótesis de trabajo de la investigación empírica.

III.1. ORÍGENES, ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO

A través de sus siete ediciones sucesivas, el PM se ha convertido en la principal herramienta de política tecnológica de la Unión Europea. Aunque no es la única iniciativa, sí que es la más representativa de la cooperación en I+D, tanto por el alcance de sus actividades como por la relativa estabilidad que ha marcado sus más de veinte años de existencia (Georghiou, 2001). En este sentido, la cooperación europea en materia de investigación ha experimentado una evolución marcada por dos tendencias paralelas: la creciente formalización de una política común y la progresiva amplitud de las líneas de investigación contempladas. A continuación se describen los pormenores de esta evolución y la estructura que ha surgido como resultado de la misma.

³Para obtener una visión completa de los procedimientos administrativos vigentes en el PM, consultar CDTI (2007).

III.1.a. Los orígenes de la política comunitaria en I+D

En sus orígenes, los acuerdos sobre cooperación científica europea se circunscribieron a determinadas áreas industriales. Así, la Comunidad Europea del Carbón y el Acero (CECA), que entró en vigor en 1952, ya incluía entre sus objetivos el fomento de la investigación técnica en aspectos relacionados con estos dos sectores. Posteriormente, en 1957, este primer paso se vio reforzado con la firma del Tratado de la Comunidad Económica Europea y del Tratado de constitución de la Comunidad Europea de la energía atómica (EURATOM), donde ya se hacía mención expresa a la investigación en temas relacionados con la agricultura y la energía atómica respectivamente. La naturaleza aplicada de estas iniciativas se vio complementada con el acuerdo alcanzado por algunos países en 1953 para la creación del CERN, la Organización europea para la investigación nuclear. Esta organización sigue trabajando en la actualidad en el área de la física de partículas.

Ya durante la década de los 70 comenzó a vislumbrarse una verdadera política común en investigación, basada en una serie de resoluciones aprobadas en 1974 por el Consejo de Ministros. Estas resoluciones reconocían la necesidad de coordinar políticas nacionales y definir proyectos de interés común, para lo cual se creó el Comité sobre Investigación Científica y Técnica (CREST) y se sentaron las bases de la prospección tecnológica en el ámbito europeo.

No obstante, los programas de investigación llevados a cabo durante esta década, que ya cubrían varias áreas tecnológicas (energía, recursos, medio ambiente, condiciones de vida y trabajo, servicios e infraestructura e industria), se gestionaban todavía de manera independiente.

Bajo esta concepción de la política de I+D surgió en 1981 el programa ESPRIT, como reacción a la pérdida de peso de la industria electrónica europea frente a la escalada de sus competidores japoneses. El programa ESPRIT, basado en la financiación de I+D cooperativa en fases anteriores a la explotación comercial de resultados, fue el precursor del primer Programa Marco, que heredó su filosofía.

Coincidiendo con el interés mostrado por la Unión Europea por establecer una política común de I+D, también surgió a principios de la década de los 80 la iniciativa de cooperación tecnológica Eureka, que, a diferencia del PM, fue concebida como un instrumento de apoyo en las fases del proceso de innovación más cercanas al mercado. Eureka se basa en un esquema abierto a las propuestas directas de las empresas y, por lo tanto, no fija líneas prioritarias. Tampoco ofrece financiación

propia, aunque sí facilita que los socios de un proyecto puedan acceder, individualmente, a las ayudas concedidas por su país de origen.

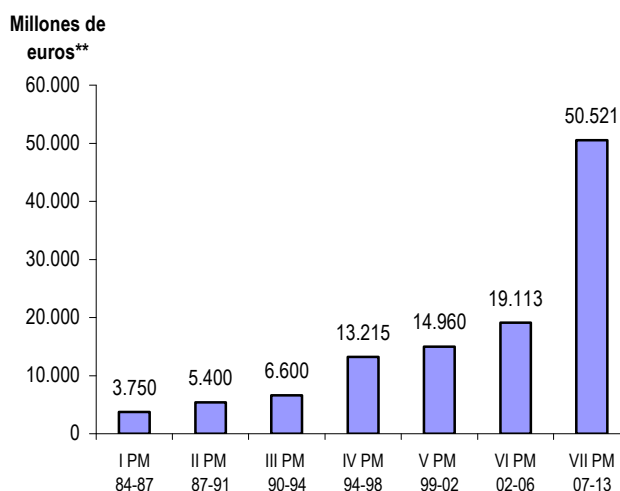
Paralelamente, la preocupación por relanzar la competitividad de la industria, impulsó la aparición de medidas de apoyo a la cooperación tecnológica empresarial en Estados Unidos, cuyo gobierno promulgó en 1984 la *Nacional Cooperative Research Act* (NCRA), con el objetivo de ofrecer un entorno adecuado para las iniciativas empresariales de cooperación en I+D (Caloghirou y otros, 2004).

La voluntad de establecer una política europea común de ciencia y tecnología se plasmó formalmente en el Acta Única Europea de 1987, aunque ya en 1984 había entrado en vigor el primer Programa Marco de I+D, tras la estela de ESPRIT. El Acta establece como objetivo de la Comunidad “...fortalecer las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional” y el instrumento que se crea para lograrlo es el Programa Marco.

Con la creación de este programa plurianual se consigue integrar, bajo un mismo esquema presupuestario y de gestión, iniciativas dispersas hasta ese momento. El PM nace con cuatro grandes cometidos, que ya reflejan una visión muy abierta de lo que supone una política integral de I+D (CRUE, 2007). Estos cometidos son los siguientes:

1. Financiación de programas de investigación y desarrollo tecnológico y demostración, desarrollados en cooperación entre empresas, centros públicos de investigación y universidades
2. Promoción de la cooperación en I+D con terceros países y organizaciones internacionales
3. Difusión y explotación de resultados
4. Estímulo a la formación y a la movilidad de los investigadores en la Comunidad

Las áreas prioritarias de actuación establecidas en cada programa marco y los presupuestos asignados a cada una de ellas han variado a lo largo del tiempo, de acuerdo con las prioridades económicas y políticas del momento (véase Gráfico 2). También se han introducido modificaciones en los instrumentos utilizados para ejecutar los objetivos de la política común. Como consecuencia, en los más de veinte años que lleva funcionando el PM, su estructura ha evolucionado hacia una mayor complejidad, pero se ha mantenido como el principal instrumento de política tecnológica de la UE. Y esto ha sido así porque la realidad ha demostrado que la cooperación tecnológica internacional está ganando protagonismo en los procesos de innovación (OCDE, 2008a).

Gráfico 2: Evolución del presupuesto total asignado al Programa Marco de I+D+I*

* No se incluye el programa EURATOM

** Los datos correspondientes a las cuatro primeras ediciones del PM (1984-1998) se expresan en MEcus

Fuente: Comisión Europea (<http://cordis.europa.eu/>) y CDTI (2006).

III.1.b. La estructura del Programa Marco

El primer PM, que contó con un presupuesto de 3.750 MEcu, se aplicó a los sectores que habían recibido hasta ese momento los fondos destinados a investigación y desarrollo tecnológico a través de iniciativas dispersas. Estos sectores eran la energía, la industria, la agricultura, el medio ambiente y las materias primas. La atención de los decisores políticos en estos años se centró en la brecha tecnológica de Europa respecto a Estados Unidos, y por esa razón, cerca del 30% del presupuesto total del primer PM se destinó a la promoción de la competitividad industrial (véase Cuadro 6).

Con la aprobación del Acta Única Europea, esta primera experiencia de gestión unificada se vio reforzada, y ya en la segunda edición del PM, que estuvo vigente entre los años 1987 y 1990, el presupuesto se incrementó hasta los 5.400 MEcu. Junto con las áreas anteriores, aparecieron otras nuevas, como las tecnologías de la información y las comunicaciones y la biotecnología, en un contexto que primaba la investigación relacionada con las áreas industriales y apostaba claramente por las tecnologías con mejores perspectivas de futuro.

Cuadro 6: El Programa Marco de I+D de la Unión Europea (I – V)

	Líneas de investigación (áreas prioritarias)	% presupuesto
I Programa Marco (1984-1987) <i>Presupuesto: 3.750 millones de ecus</i>	Promoción de la competitividad agrícola	3,5
	Promoción competitividad industrial	28,2
	Gestión de materias primas	2,1
	Gestión de recursos energéticos	47,2
	Ayuda al desarrollo	4,0
	Condiciones de vida y trabajo	10,3
	Eficacia del potencial científico y técnico	4,7
II Programa Marco (1987-1991) <i>Presupuesto: 5.400 millones de ecus</i>	Calidad de vida	6,9
	T. de la información y las comunicaciones	42,2
	Modernización de la industria	15,7
	Recursos biológicos	5,2
	Energía	21,7
	Ciencia y tecnología para el desarrollo	1,5
	Recursos marinos	1,5
	Cooperación europea en recursos marinos	5,3
III Programa Marco (1990-1994) <i>Presupuesto: 6.600 millones de ecus</i>	T. de la información y las comunicaciones	38,1
	T. industriales y de los materiales	15,3
	Medio ambiente	8,9
	Ciencias de la vida	12,7
	Energía	16,1
	Capital humano y movilidad	8,9
IV Programa Marco (1994-1998) <i>Presupuesto: 13.215 millones ecus</i>		
I. PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DEMOSTRACIÓN		85,4
	T. de la información y las comunicaciones	30,8
	T. industriales	18,1
	Medio ambiente	9,8
	Ciencias de la vida	14,2
	Energías no nucleares	9,1
	Transportes	2,2
	Investigación socioeconómica	1,2
II. COOPERACIÓN CON TERCEROS PAÍSES Y ORGANIZACIONES INTERNACIONALES		4,9
III. DIFUSIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS		3,0
IV. FORMACIÓN Y MOVILIDAD DE INVESTIGADORES		6,7
V Programa Marco (1999-2002) <i>Presupuesto: 14.960 millones euros</i>		
I. PROGRAMAS TEMÁTICOS DE I+D		79,2
	Calidad de vida y recursos vivos	17,6
	Sociedad de la información	26,3
	Crecimiento competitivo y sostenible	19,7
	Energía, medio ambiente y desarrollo sostenible	15,6
II. PROGRAMAS HORIZONTALES		15,4
	Cooperación internacional	3,5
	Innovación y PYMEs	2,6
	Mejora del potencial humano e investigación socioeconómica	9,3
III. ACCIONES DIRECTAS		5,4
	Actividades no nucleares del Centro Común de Investigación	

Fuente: Comisión Europea (<http://cordis.europa.eu/>), CDTI (2006) y elaboración propia

La amplitud de contenidos aconsejó en el III PM organizar las líneas de investigación en tres áreas: por un lado las tecnologías horizontales, por otro la gestión de los recursos naturales y en un tercer apartado, la gestión de recursos intelectuales. Esta estructura confiere una visión dual de las prioridades en I+D en estos años, centradas en las tecnologías relacionadas directamente con la industria (tecnologías de la información y comunicaciones y tecnologías industriales y de materiales) y en los temas medioambientales. La primera de ellas sigue recibiendo la mayor parte de los recursos (55%), pero la segunda, con un 38% del presupuesto total, crece considerablemente en comparación con el anterior programa.

Con el III PM el presupuesto asignado a la política de I+D ya alcanzó los 6.600 MEcu, cifra que se duplicaría en la cuarta edición, vigente entre los años 1991 y 1994. El IV PM recibió un importante incremento presupuestario que le permitió incorporar nuevas prioridades, como la investigación en transportes o el área de multimedia, y ampliar la financiación a proyectos de demostración. Esta tendencia aperturista se reforzó con la incorporación de los países de la EFTA como participantes.

En consecuencia, la estructura del programa quedó integrada por un área principal de proyectos, a cuya financiación se destinó el 85% del presupuesto total, y otras tres áreas adicionales para fomentar la cooperación con terceros países, la difusión de resultados y la excelencia y movilidad de los investigadores europeos. Toda la investigación y formación en el área de energía nuclear se cubría desde el Programa de la Comunidad Europea de la energía atómica (EURATOM).

Durante el periodo de vigencia de este cuarto programa, se fraguó un cambio en la política comunitaria de I+D, promovido, en gran parte, por el fracaso de las estrategias aplicadas hasta el momento para acortar distancias con Estados Unidos. La brecha tecnológica seguía aumentando, al tiempo que se hacía evidente la necesidad de coordinar políticas comunitarias en distintas áreas, entre ellas la I+D. En este contexto, la Comisión Europea publicó dos estudios de gran impacto: el *Libro Blanco sobre crecimiento, competitividad y empleo: retos y pistas para entrar en el siglo XXI* (Comisión Europea, 1993) y el *Libro Verde sobre la Innovación* (Comisión Europea, 1995).

El Libro Blanco ponía de manifiesto la importancia de dos aspectos esenciales relacionados con las actividades de investigación y desarrollo. Por un lado, la interacción entre el sector público y el privado y por otro la relación entre la investigación, el crecimiento económico y el empleo. De acuerdo con este enfoque, la competitividad industrial dejaba de ser el fin último de la I+D, para convertirse

en el instrumento que transfería los esfuerzos en este campo hacía un incremento del empleo y el bienestar de la sociedad.

Por su parte, el Libro Verde dotó al concepto de innovación de una entidad propia, destacando su relevancia junto a la I+D y sentando las bases para comprender el proceso en el entorno europeo. Se identificaron así los aspectos que favorecían y dificultaban la innovación y se ofrecieron propuestas para aumentar la capacidad de innovar. El Libro verde propició el Primer Plan de Acción para la innovación en Europa, publicado en 1997. Este Plan recogía tres líneas de actuación: promover la cultura de la innovación, establecer un marco jurídico, normativo y financiero favorable y estructurar la relación entre I+D e innovación en el ámbito nacional y comunitario.

En este contexto, el V PM (1999-2002) dedicó un importante porcentaje del presupuesto total a programas vinculados con la competitividad industrial (entre los que destacaban las tecnologías de la información y nuevos materiales) y se incluyeron dos programas relacionados directamente con el área medioambiental y la calidad de vida. Además, se reforzaron los instrumentos dirigidos específicamente a fomentar la innovación en el ámbito de las PYME. Estos instrumentos, que ya se habían introducido en el III PM, financiaban la investigación contratada por parte de las PYME a centros o grupos de investigación y recibieron en esta quinta edición el 10% del presupuesto total. De esta manera se fomentaba la participación de empresas sin capacidad propia de investigación, pero esenciales para convertir los resultados de la I+D en innovaciones de éxito en el mercado.

Los programas temáticos que constituían el V PM se estructuraron como líneas de actuación dual, incluyendo las denominadas “acciones clave”, referidas a ciertas áreas críticas, y otras actividades genéricas de apoyo a las infraestructuras de investigación y a la movilidad de científicos e ingenieros. Además, se establecieron programas horizontales dirigidos al fomento de la cooperación internacional, la innovación en el ámbito de las PYME y la investigación socioeconómica (ver Cuadro 6).

Coincidiendo con la entrada en el nuevo siglo, la comisión Europea lanzó en el año 2000, una ambiciosa iniciativa recogida en su comunicación “*Hacia un Espacio Europeo de Investigación (EEI)*” (Comisión Europea, 2000), que sería incluida poco después como uno de los pilares básicos de la Estrategia de Lisboa (Comisión Europea, 2000b).

De nuevo, este documento mostraba la preocupación de la Comisión por el progresivo deterioro de la posición de la Unión Europea frente a Estados Unidos y Japón en los principales indicadores de

I+D. Bajo la denominación de EEI, la Comisión proponía una estrategia dirigida a integrar los recursos europeos para la I+D como única vía para incrementar la competitividad en investigación y desarrollo.

El periodo de discusión sobre esta iniciativa fue el contexto en el que se diseñó el VI PM, considerado la principal herramienta para alcanzar los objetivos del EEI. Tanto la estructura del VI PM como los nuevos instrumentos incluidos en esta edición, respondían a los planteamientos integradores del Espacio Europeo de Investigación⁴.

En consonancia con el interés suscitado por lograr el éxito de esta estrategia, el presupuesto del VI PM (2002-2006) se incrementó de manera considerable, alcanzando los 17.883 millones de euros, es decir, un 30% más que el V PM. Quedaba constituido así un programa que incluía la financiación de proyectos más ambiciosos y de mayor envergadura que en ediciones anteriores.

Los nuevos instrumentos que ponían en práctica esta nueva estrategia fueron los proyectos integrados y las redes de excelencia. Los primeros suponían un avance respecto a los tradicionales proyectos de I+D+I en cuanto a los recursos involucrados (mayor volumen de inversión y mayor número de socios en los consorcios), mientras que las redes de excelencia contemplaban la formación de una masa crítica de recursos en áreas de conocimiento concretas, contribuyendo así a la integración de las actividades de I+D dispersas por los países comunitarios.

La estructura del VI PM se caracterizó por una mayor complejidad y por la adaptación a los objetivos de EEI, recogidos en tres programas específicos (véase Cuadro 7). El primero de ellos perseguía la integración de la investigación e incluía siete áreas prioritarias y cuatro campos de investigación horizontal (PYME; Cooperación internacional; Actividades del Centro Común de Investigación y Apoyo a las políticas y previsión de necesidades científicas y tecnológicas). El segundo programa actuaba sobre las debilidades estructurales de la I+D europea: la relación entre investigación e innovación; la movilidad de los recursos humanos; las infraestructuras para la investigación y la relación entre ciencia y sociedad. Y, por último, el tercer programa específico recogía un bloque de medidas para fomentar la coordinación y el desarrollo de acciones y políticas conjuntas de I+D en los

⁴ El proceso de discusión sobre el VI PM en el ámbito de ERA queda reflejado en Comisión Europea (2000a) y (2001).

ámbitos regional, nacional y comunitario. Paralelamente, el VI Programa Marco de Investigación sobre Energía Atómica (EURATOM), se aplicaba a la I+D desarrollada en este campo.

Cuadro 7: El VI Programa Marco de I+D de la Unión Europea

VI Programa Marco (2002-2006)		% presupuesto
<i>Presupuesto: 19.113 millones euros</i>		
A) INTEGRACION Y FORTALECIMIENTO DEL EEI		82,1
Prioridades temáticas	Ciencias de la vida, genómica y biotecnología para la salud	14,1
	Tecnologías de la sociedad de la información	22,3
	Nanotecnologías, materiales y nuevos procesos de producción	8,0
	Aeronáutica y espacio	6,6
	Calidad y seguridad en los alimentos	4,2
	Desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas	13,0
	Ciudadanos y gobernanza en la sociedad del conocimiento	1,4
Actividades específicas	Apoyo a políticas comunitarias	2,0
	Ciencias y tecnologías emergentes (Programa NEST)	1,3
	Actividades para PYME	2,6
	Actividades para la cooperación internacional	1,9
	Actividades no nucleares del Centro Común de Investigación (JRC)	4,7
B) ESTRUCTURACIÓN DEL EEI		16,0
Investigación e innovación		1,8
Recursos humanos y movilidad (Programa Marie Curie)		9,7
Infraestructuras de investigación		4,0
Ciencia y sociedad		0,5
C) FORTALECIMIENTO DE LAS BASES DEL EEI (apoyo para la coordinación de actividades de investigación y el desarrollo de políticas comunes)		1,9

Fuente: Comisión Europea (<http://cordis.europa.eu/>) y elaboración propia

Con la séptima edición del PM, se introduce una programación más a largo plazo, ya que los esquemas de financiación estarán vigentes durante siete años (entre 2007 y 2013) en lugar de cinco. Si bien el incremento presupuestario se debe, en parte, a la ampliación del periodo de ejecución, esta no es la única razón por la que se destinan al VII PM más de 50.500 millones de euros, es decir, un 41% más que los fondos disponibles para la VI edición. Los otros dos pilares que se ven reforzados son los proyectos de cooperación tecnológica (que reciben más de 32.300 millones) y el Consejo Europeo de Investigación, que destinará a la investigación básica cerca de 7.500 millones de euros (ver Cuadro 8).

En cuanto a su estructura y funcionamiento, el VII PM sigue la pauta del VI, introduciendo una mayor simplicidad y flexibilidad en todos los procedimientos administrativos. Los instrumentos de participación se distribuyen en cinco grandes programas: Cooperación, que incluye los proyectos de

cooperación tecnológica en diez campos temáticos prioritarios; Capacidades, con iniciativas varias dirigidas a potenciar recursos directamente relacionados con el éxito de la I+D y un conjunto de tres iniciativas independientes entre si pero de gran relevancia: Ideas (Consejo Europeo de Investigación), Personas (acciones Marie Curie) y las actividades del Centro Común de Investigación. De nuevo, el PM EURATOM actuará de manera paralela (pero sólo durante los años 2007-2011) en el segmento de la investigación nuclear.

Cuadro 8: El VII Programa Marco de I+D de la Unión Europea

VII Programa Marco (2007-2013) <i>Presupuesto: 50.521 millones euros</i>	% presupuesto
A) COOPERACIÓN	64,1
Salud	12,0
Alimentación; agricultura y pesca y biotecnología	3,8
Tecnologías de información y las comunicaciones	18,0
Nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción	6,9
Energía	4,6
Medio ambiente	3,8
Transporte	8,3
Ciencias socioeconómicas y humanidades	1,2
Espacio	2,8
Seguridad	2,7
B) CAPACIDADES	8,3
Infraestructura de investigación	3,7
Investigación para PYME	2,6
Regiones de conocimiento	0,2
Potencial de investigación	0,7
Ciencia en sociedad	0,6
Cooperación internacional	0,4
Desarrollo coherente de las políticas de investigación	0,1
C) IDEAS: Consejo Europeo de Investigación	14,8
D) PERSONAS: Acciones Marie Curie	9,4
E) JRC: Centro Común de Investigación	3,5

Fuente: CDTI (2006) y elaboración propia

III.1.c.Modalidades de participación en el PM

Al igual que ha ocurrido con la estructura del PM, también sus modalidades de participación han variado a lo largo del tiempo, adaptándose a los objetivos específicos de cada programa.

El esquema general que sigue el PM se basa en la financiación de acciones indirectas y acciones directas (véase Cuadro 9). Las primeras se refieren a las actividades de I+D+I desarrolladas por consorcios y a una serie de actividades de apoyo, mientras que las segundas hacen mención a los proyectos llevados a cabo por el Centro Común de Investigación.

Por lo que respecta a las actividades de I+D+I, los instrumentos disponibles han sido los proyectos específicos (*Specific Targeted Research Projects, STREPs*), los proyectos integrados, las redes de excelencia, la investigación cooperativa CRAFT y la investigación colectiva⁵.

Los **proyectos específicos** constituyen la herramienta básica del PM desde sus primeras ediciones y, como tales, han estado sujetos a un proceso de evolución paralela a los cambios en las políticas comunitarias de I+D. Estos proyectos incluyen actividades de I+D+I, demostración, transferencia de tecnología y difusión de resultados. Están orientados a objetivos concretos, englobados en las áreas prioritarias de cada PM y desarrollan innovaciones en productos, procesos o servicios.

El VI PM, en su afán por crear una masa crítica de recursos para la I+D en el ámbito europeo, introdujo el instrumento de los **proyectos integrados**, que, básicamente, se diferencian de los proyectos específicos por tener objetivos más ambiciosos y una mayor dimensión, tanto en recursos comprometidos, como en socios integrantes del consorcio y en plazo de ejecución. Deben incidir en la mejora de la competitividad de las empresas europeas o en la mejora de la calidad de vida de la sociedad, impulsando la formación de focos de I+D europeos con una masa crítica competitiva. Para ello, contemplan la integración de recursos en alguna de las siguientes direcciones: integración vertical a lo largo de la cadena de valor del proceso; integración horizontal entre diversas disciplinas científico-tecnológicas; integración de actividades diversas relacionadas con un mismo proceso de innova-

⁵ La denominación de “proyecto específico o STREP” se introdujo en el VIPM, al igual que los términos “proyecto integrado” y “red de excelencia”. Con anterioridad al VI PM existía únicamente la figura de los “proyectos de investigación”, cuyo equivalente son los proyectos STREP.

ción; integración entre el sector privado (empresas) y el público (centros de investigación) e integración financiera de recursos provenientes de diversas fuentes, públicas y privadas.

Los consorcios formados para desarrollar un proyecto, ya sea específico o integrado, deben tener, al menos, tres socios de distintas nacionalidades, de los cuales dos deben pertenecer a países de la Unión Europea. Uno de los socios asume el papel de coordinador del consorcio, mientras que el resto puede formar parte del proyecto como participante directo, subcontratista o usuario. Lo más habitual es que los consorcios estén formados por empresas, centros públicos de investigación y usuarios de la tecnología a desarrollar.

Junto con los proyectos integrados, el VI PM introdujo las **redes de excelencia**, es decir, consorcios formados por socios que ponen en común recursos de investigación según un plan conjunto de actuaciones con el compromiso de darles continuidad a largo plazo. Este plan de actuaciones incluye el uso de instalaciones; el intercambio de personal; la sistematización del trabajo telemático a distancia; la formación y la transferencia de tecnología.

También se encuentran dentro de la categoría de actividades de I+D+I los **proyectos de investigación cooperativa o proyectos CRAFT** y los **proyectos de investigación colectiva**. Ambos financian la contratación por parte de un grupo de PYME de determinadas actividades de I+D a centros o grupos de investigación. Las empresas pueden acudir a esta financiación agrupadas en consorcios (proyectos CRAFT) o representadas por las asociaciones a las que pertenecen (investigación colectiva) y que, a su vez, formarán parte de los consorcios. En este último caso, las actividades de formación y difusión son esenciales. Se pretende así que las PYME se apropien de los resultados de una labor de investigación que ellas mismas no tienen capacidad para desarrollar.

Por su parte, las **medidas de acompañamiento** y otras acciones incluidas en el PM configuran un entramado de diversas posibilidades, bien para facilitar la labor de los consorcios, o bien para impulsar diversos aspectos de la I+D, recogidos en programas específicos. En el primer grupo se enmarcan las acciones de coordinación, que financian iniciativas para reforzar las actividades en red (conferencias, reuniones, estudios, intercambio de personal) y las acciones específicas de apoyo, orientadas a facilitar la puesta en marcha de las prioridades temáticas del PM (transferencia de tecnología, estudios, premios científicos).

Cuadro 9: Modalidades de Participación en el Programa Marco⁶

		Denominación	Descripción	Beneficiarios
Acciones indirectas	Actividades de I+D+I	Proyectos específicos (STREP)	Proyectos de I+D+I (incluyendo demostración), dirigidos a problemas concretos y consistentes en innovaciones de productos, procesos o servicios.	Consortios internacionales de empresas y centros públicos de investigación
		Proyectos integrados	Proyectos de I+D+I (incluyendo demostración, transferencia de tecnología, formación y difusión de resultados), con objetivos más ambiciosos que los STREPs y orientados a la creación de masa crítica europea en áreas científico-tecnológicas concretas	Consortios internacionales de empresas y centros públicos de investigación
		Investigación cooperativa CRAFT	Investigación contratada por un grupo de PYME sin capacidad investigadora a centros o grupos de investigación	Consortios de PYME y centros de investigación
		Investigación colectiva	Asociaciones que contratan a terceros la resolución de problemas tecnológicos. Son esenciales las actividades de formación y difusión de los resultados a las PYME.	Consortios de asociaciones (mayoritariamente de PYME) y centros de investigación
		Redes de excelencia	Redes integradas de grupos de investigación que alcancen la masa crítica necesaria para conseguir el liderazgo europeo en torno a un área de conocimiento.	Grandes consorcios de grupos de investigación
	Medidas de acompañamiento y otras acciones	Acciones de coordinación	Iniciativas para formar redes e integrar actividades de I+D+I de alcance regional, nacional o europeo (gestión de iniciativas conjuntas, conferencias, estudios, intercambios de personal)	Consortio
		Acciones específicas de apoyo	Apoyo a la puesta en marcha de las prioridades temáticas señaladas en el PM por medio de acciones de transferencia de tecnología, estudios, conferencias, premios científicos, etc.	Consortio de PYME, grupos pequeños de investigación, organizaciones de países candidatos.
		Becas	Estancias de formación en centros europeos e incorporación de científicos reconocidos	Personal investigador
		Evaluación y grupos de expertos	Coordinación de grupos de expertos para analizar y evaluar programas, proyectos, nuevas iniciativas y tendencias científicas y tecnológicas	Expertos en ciencia y tecnología
		Acceso a infraestructuras	Acceso a instalaciones, servicios de ámbito europeo, estudios de viabilidad de nuevas instalaciones y su actualización	Grupos de investigación
Acciones directas		Ejecutadas por la propia Comisión Europea a través del Centro Común de Investigación		

Fuente: CDTI (2006) y elaboración propia

Con el fin de no dejar fuera de cobertura los múltiples aspectos que inciden en la competitividad de la I+D+I europea, la Comisión ha incluido paulatinamente en el PM diversos programas e instrumentos, como las becas de formación recogidas en el programa Marie Curie; la organización continua de grupos de expertos para analizar y evaluar programas y proyectos; y los mecanismos necesarios para facilitar el acceso internacional a infraestructuras de I+D.

⁶ Este cuadro ofrece una visión integral de las modalidades de participación en el PM, pero no ha de interpretarse como una guía exhaustiva, ya que, como se ha visto en este apartado, no todas las modalidades han estado vigentes en todas las ediciones del PM.

Por último, el PM recoge la financiación directa de la actividad del Centro Común de Investigación (CCI), diseminada entre sus instalaciones de Geel (Bélgica), Karlsruhe (Alemania), Petten (Países Bajos), Ispra (Italia) y Sevilla (España), bajo las fórmulas de contratos bilaterales con clientes individuales, el soporte directo a grupos de investigación y las acciones conjuntas de investigación con varios clientes. Las actividades del CCI relacionadas con la energía nuclear se financian dentro del programa Euratom.

III.1.d. Ciclo de vida de un proyecto

Los procesos de colaboración tecnológica que tienen lugar en el ámbito del PM, se ajustan a la dinámica establecida por los procedimientos formales del programa. Por esta razón, un análisis pormenorizado de estos procesos debe partir del conocimiento del sistema de trabajo que establece la Comisión Europea.

A continuación se propone un esquema que distingue cinco fases secuenciales en el ciclo de vida de un proyecto desarrollado por consorcios: formalización; preparación y presentación de propuestas; evaluación; negociación del contrato y ejecución y seguimiento de proyectos (ver Cuadro 10)⁷.

La primera fase se refiere a la formalización del marco de financiación y recoge todos los pasos administrativos previos a la publicación de las convocatorias de cada programa en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE). Si bien los planteamientos de la Comisión prevalecen en esta fase y determinan el contenido de las propuestas que presentarán después los participantes, es interesante destacar que en el IV PM se introdujo una nueva medida, las convocatorias de manifestaciones de interés, con el objetivo de recopilar sugerencias provenientes del exterior (organizaciones interesadas en participar en el PM) antes de publicar la convocatoria definitiva de proyectos. Esta medida se entiende como un intento de la Comisión por adecuar sus planteamientos de trabajo a las necesidades e intereses de los participantes, respetando siempre las áreas prioritarias de cada PM.

⁷ El proceso que se describe a continuación es válido, en general, para todas las acciones financiadas por el PM, aunque la perspectiva que se seguirá en la redacción será la de un proyecto de I+D+I desarrollado en consorcio (proyecto específico, proyecto integrado, redes de excelencia e investigación cooperativa o colectiva).

Cuadro 10: Ciclo de vida de un proyecto de I+D+I en el PM

FASE I FORMALIZACIÓN DEL MARCO DE FINANCIACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. La Comisión Europea (CE) elabora una propuesta de PM y sus normas de participación, así como los programas específicos (PE) que formarán dicho PM 2. El Consejo Europeo y el Parlamento aprueban estas propuestas 3. Se publica en el DOCE cada PE, concretando su duración, fecha de inicio, presupuesto, contenido científico-tecnológico e integrantes del Comité encargado de su gestión (formado por representantes de los países miembros de la UE) 4. Convocatorias de manifestaciones de interés para cada PE (orientan a la CE para ajustar los planes de trabajo a las necesidades reales de los participantes) 5. El Comité de gestión aprueba el plan de trabajo del PE y el calendario de convocatorias 6. Se publica en el DOCE la convocatoria y se pone a disposición pública la información y formularios correspondientes.
FASE II PREPARACIÓN DE PROPUESTAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los gestores nacionales ofrecen asesoramiento a los interesados en participar 2. La CE y los gestores nacionales organizan jornadas informativas (<i>"Proposer's day"</i>) para facilitar el contacto de socios y difundir información técnica 3. Formación de consorcios (asignación de coordinador, reparto de tareas, acuerdos) 4. Presentación de propuestas a la CE y envío de resumen a los gestores nacionales
FASE III EVALUACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. La CE selecciona las propuestas que cumplen los requisitos de la convocatoria 2. Las propuestas elegibles pasan a ser evaluadas por un panel de expertos previamente seleccionados por la CE 3. Los expertos elaboran un <i>ranking</i> de propuestas según su calidad y señalan las modificaciones necesarias para las que sean mejorables 4. Proceso de negociación entre el coordinador del consorcio y la CE para incluir modificaciones 5. La CE propone al Comité de gestión de cada PE las propuestas seleccionadas y la financiación concedida, según el <i>ranking</i> establecido 6. El Comité de gestión vota y aprueba las propuestas. Las que quedan fuera de financiación pasan a una lista de reserva
FASE IV FIRMA DE CONTRATO	<ol style="list-style-type: none"> 1. La CE y el coordinador de cada consorcio firman el contrato de financiación 2. Si alguna propuesta se retira en esta fase, se recurre a la lista de reserva 3. Los integrantes del consorcio negocian el reparto de tareas, financiación según los fondos concedidos por la CE y propiedad intelectual. Queda plasmado en el Acuerdo de Consorcio 4. Los coordinadores reciben un anticipo de la financiación aproximadamente a los dos meses de la firma del contrato con la CE
FASE V EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador presenta informes de avance a la CE 2. La CE realiza los pagos a través del coordinador según el cumplimiento de hitos 3. La CE puede auditar el proyecto en cualquier momento 4. Se realiza un seguimiento financiero a cargo de auditorías externas 5. La CE analiza resultados intermedios y puede modificar contenidos en próximas convocatorias

Fuente: Elaboración propia

Una vez se ha hecho pública toda la información relevante para solicitar financiación, comienza la fase de preparación de propuestas. En esta fase son relevantes dos acciones paralelas: la difusión de información y la preparación de propuestas de calidad. La primera de ellas es responsabilidad de la Comisión, pero también de los organismos gestores designados por cada gobierno para fomentar la participación nacional. Junto a acciones individuales de difusión (folletos, seminarios, conferencias), ambas administraciones colaboran en la organización de los denominados “*Proposer’s days*”, jornadas de encuentro para facilitar el contacto entre socios e informar de manera precisa sobre cada programa específico. Estos eventos son de especial interés para las empresas que, aun estando interesadas en participar, no han identificado aún a otras entidades con las que colaborar.

La preparación de propuestas corre a cargo de los socios, coordinados por el líder del consorcio y apoyados por los gestores nacionales, que ponen a su disposición personal especializado e incluso instrumentos de ayuda financiera⁸. En esta fase se concreta un marco general de normas para el funcionamiento del consorcio (asignación del coordinador, reparto de tareas, acuerdos de propiedad intelectual de los resultados, etc.), que quedan formalizados en el denominado “Acuerdo de consorcio”.

Para evaluar las propuestas recibidas, la Comisión ha establecido dos filtros. El primero de ellos es responsabilidad de la propia Comisión, que selecciona aquellas propuestas que cumplen con los requisitos exigidos en una determinada convocatoria. Las propuestas seleccionadas pasan automáticamente al segundo filtro, consistente en la evaluación por expertos independientes de la calidad del proyecto, basándose en la adecuación a los objetivos del programa; el impacto potencial del proyecto (resolución de problemas, avance científico y tecnológico y valor añadido en el entorno europeo); la excelencia científica y tecnológica; la calidad del consorcio; la cooperación tecnológica entre los países de la UE; la gestión de la actividad de I+D+I y los recursos comprometidos por los socios. Como resultado de esta evaluación, se establece una lista de propuestas, ordenadas según la puntuación obtenida, y que sirve para determinar, teniendo en cuenta el presupuesto disponible para cada convocatoria, qué proyectos obtienen financiación.

⁸ En este sentido, hay que mencionar que, en el caso concreto de España y desde 1995, los participantes nacionales pueden optar a la financiación que ofrece el CDTI mediante las Ayudas para la preparación de propuestas comunitarias (APC).

Es importante tener en cuenta que la asignación de financiación para cada proyecto se realiza siguiendo el orden de la lista de calidad establecida por los evaluadores, de manera que, una vez agotado el presupuesto de una determinada convocatoria, las propuestas que no hayan recibido fondos, sea cual sea su puntuación, quedan en lista de reserva por si fallara algún consorcio antes de la firma definitiva del contrato con la Comisión. Lógicamente, cuanto mayor sea el presupuesto de las propuestas con mejor puntuación, menos propuestas podrán ser financiadas en cada convocatoria⁹.

Comienza entonces el proceso de negociación entre la Comisión y los coordinadores de los consorcios a cuyas propuestas se les ha concedido financiación. Los consorcios deben incluir las modificaciones pertinentes para acceder a la financiación, antes de ser presentadas al Comité de gestión de cada programa específico, que es el responsable de la aprobación definitiva de las propuestas seleccionadas. Una vez firmado el contrato entre el coordinador del consorcio y la CE (denominado "Acuerdo de subvención"), el proyecto podrá ponerse en marcha con el anticipo que la CE transfiere al coordinador y que éste distribuirá entre los socios participantes según lo acordado.

Durante la etapa de ejecución, la CE se encarga del seguimiento de los proyectos, basándose en los informes periódicos, tanto técnicos como financieros, que le hace llegar el coordinador y en controles financieros elaborados por auditorías externas¹⁰. La Comisión realiza los pagos correspondientes a través del coordinador, de acuerdo con el calendario de hitos aprobado y los informes de ejecución recibidos. La norma general de financiación que aplica la CE es la subvención del 50% de los costes de I+D incluidos en el presupuesto aceptado del proyecto, aunque este porcentaje puede variar en función del tipo de organismo participante (para las PYME se amplía al 75%) y el tipo de actividad que lleve a cabo.

Toda la labor de seguimiento y control de los proyectos en curso conforman la base sobre la cual la Comisión extrae conclusiones que pueden servir para modificar contenidos o redefinir las líneas prioritarias de los programas en próximas convocatorias. Se trata de un sistema de retroalimentación establecido para incorporar durante el periodo de vigencia de cada PM todas las incidencias o mejoras que se detecten en el transcurso de su ejecución.

⁹ Sinue y otros (2006) señalan este hecho para el caso del VI PM.

¹⁰ En el VI PM se introdujeron los certificados de auditoría externa que presentan los socios. Por su parte, la Comisión puede realizar auditorías financieras y técnicas hasta 5 años después de terminar el proyecto.

III.2. EL PROGRAMA MARCO EN LA LITERATURA

Los proyectos llevados a cabo en el contexto del PM han sido considerados en la literatura como casos representativos de los procesos de cooperación tecnológica internacional. Este apartado pretende justificar dicha representatividad señalando los aspectos que han de ser tenidos en cuenta a la hora de utilizar la información procedente del Programa Marco. Una vez aclarados estos aspectos, se elabora una revisión detallada de los trabajos de investigación más significativos y se describe la evidencia empírica obtenida a partir de los mismos.

La representatividad de los proyectos de I+D+I que tienen lugar en el Programa Marco como procesos de cooperación tecnológica internacional se basa en dos hechos objetivos. En primer lugar, el esquema de funcionamiento de PM no ha variado sustancialmente a lo largo de su historia, lo que permite establecer comparaciones temporales entre proyectos con perfiles similares (Roediger-Schula y Barber, 2006). En concreto, se pueden identificar los siguientes rasgos comunes a todos los PM:

- *Esquema de financiación*: la UE cofinancia proyectos de duración limitada que movilizan fondos públicos y privados nacionales.
- *Esquema de colaboración*: proyectos en los que participan socios de diversos países y de diversa naturaleza (habitualmente los consorcios están formados por empresas, centros públicos de investigación y usuarios de los resultados esperados)
- *Origen de la iniciativa*: todos los proyectos son propuestos por consorcios que se forman y organizan independientemente de la CE.
- *Esquema de evaluación*: la selección de propuestas se basa en la excelencia científica y en criterios socio-económicos relevantes.

En segundo lugar, el PM es uno de los programas públicos de cooperación tecnológica más abiertos que han existido, tanto por la diversidad de iniciativas financiadas, como por la amplitud de las temáticas tecnológicas y el alto número de países implicados, ya que, además de los países miembros, se admite la colaboración de otros países. Todo ello durante un largo periodo de vigencia, que ha dado como resultado una base de información completa, susceptible de ser analizada con métodos objetivos.

Teniendo en cuenta que una de las limitaciones que han encontrado los expertos a la hora de analizar los procesos de cooperación tecnológica es la falta de información homogénea y sistematizada (Archibugi y Iammarino, 2002), las bases de datos que genera la actividad del PM son una fuente de gran valor para los analistas. Sin embargo, el sistema de almacenamiento de dicha información en la base de datos CORDIS plantea serias dificultades a los investigadores. Roediger-Schluga y Barber (2007) ofrecen una descripción pormenorizada del proceso de estandarización que se vieron obligados a realizar antes de utilizar los datos de CORDIS y reconocen las limitaciones que plantea esta base de datos.

Una de las más importantes es la inexistencia de un campo que permita identificar a cada organización inequívocamente, por el contrario, estos autores comprueban que una misma organización puede estar introducida en la base de datos bajo distintas denominaciones e incluso utilizando distintos idiomas. De esta forma, la identificación de los participantes en el PM en otras bases de datos es prácticamente imposible. De hecho, los investigadores que han llevado a cabo estudios empíricos integrando la base de datos CORDIS con otras fuentes de información, han incorporado variables referidas al sector de actividad de la empresa, utilizando como nexo el código de actividad económica CNAE. Un claro ejemplo de esta práctica lo encontramos en Hernán y otros (2003).

Por otra parte, los autores implicados en el análisis del PM, destacan la importancia de considerar el entorno institucional en el que tienen lugar los procesos de cooperación analizados, de manera que la interpretación de los resultados obtenidos no se vea distorsionada por factores meramente formales.

Una primera consideración a este respecto debe ir dirigida a las líneas temáticas que recoge cada edición, que prioriza unas disciplinas o áreas tecnológicas frente a otras. En este sentido, tan importante como la inclusión de una línea de investigación es el presupuesto asignado a la misma. La evolución del contenido del PM que se ha presentado en el apartado II.1.b refleja la progresiva ampliación de las líneas de investigación financiadas y la tendencia alcista del presupuesto destinado al PM. Se observa también el indiscutible protagonismo de la energía en los primeros programas, para dar paso, más tarde, a las tecnologías de la información y, con menor porcentaje de presupuesto, al área de medio ambiente.

El segundo factor a tener en cuenta es la inclusión de nuevos instrumentos que inciden de manera directa en el tipo de entidad participante en el PM. A este respecto habría que señalar los proyectos de investigación colectiva y cooperativa, dirigidos a las Pyme, y los proyectos integrados y las redes de excelencia, que apoyan iniciativas de gran envergadura.

En tercer lugar, no se pueden obviar una serie de aspectos relativos a los procedimientos de actuación de la Comisión Europea en su doble papel de decisor político y gestor de programas. En este sentido, Sinue y otros (2006) destacan tres elementos clave: la difusión de información sobre el PM a los potenciales participantes; la evaluación transparente y eficaz de las propuestas y el tiempo destinado a la negociación de modificaciones entre el coordinador y la CE. En definitiva, se trata de ciertas intervenciones de la CE en las que se hace especialmente visible la necesidad de equilibrar el control de procedimientos y la simplificación y flexibilidad de los mismos. Por su incidencia en la actitud y las condiciones de trabajo de los participantes, estas actuaciones han de ser tenidas en cuenta a la hora de analizar datos reales.

La difusión de información es esencial para captar la atención de los potenciales participantes y facilitarles la elaboración de propuestas de calidad. La CE dispone de una serie de herramientas para explicar las posibilidades que ofrece el PM, como la página web de CORDIS (<http://cordis.europa.eu/>), pero en esta tarea los organismos gestores nacionales juegan un papel decisivo, pues son los que están en contacto directo con los potenciales interesados en cada país. Es de esperar que la labor de estos centros influirá de manera importante en la frecuencia y las características de la participación nacional.

Asimismo, tampoco hay que obviar que los canales de información no llegan de igual manera a todas las entidades. Aquellas con más experiencia en actividades de I+D, como las universidades, las empresas que innovan habitualmente o las compañías de mayor tamaño, tendrán más probabilidades de conocer el PM que otras más alejadas de este ámbito.

La necesidad de encontrar un equilibrio entre posiciones de control y posiciones de flexibilidad alcanza su máximo grado de importancia en la gestión de la evaluación. La exigencia de un rigor elevado en la presentación de propuestas, agiliza la selección de proyectos, pero puede restar valor a propuestas más innovadoras. La normalización de los procesos de evaluación es imprescindible

para asegurar la transparencia, pero demasiadas normas pueden actuar como barrera para potenciales participantes.

Por otro lado, el sistema de evaluadores independientes precisa que dichos evaluadores estén al tanto de todas las normas y procesos especificados por la Comisión para el proceso de selección. A este respecto, estudios recientes (Marimón, 2004) señalan que el nivel de conocimiento sobre el PM de los expertos seleccionados debería reforzarse, adaptándose así a los cambios que se introducen en cada edición. Sólo de esta manera se podrá captar el valor real de una propuesta para la consecución de los objetivos marcados por el PM.

En cuanto al proceso de negociación, previo a la firma del contrato, el factor a tener en cuenta es, sobre todo, el temporal. La firma del contrato permite la obtención del anticipo necesario para poner en marcha el proyecto, por lo que es fundamental para un participante que este tiempo sea mínimo y que el contrato se firme a la mayor brevedad. La Comisión, consciente del coste que puede suponer para los participantes con menos medios (especialmente las PYME) todo el proceso legal y administrativo de negociación, siempre reconoce la necesidad de simplificar procedimientos. Sin embargo, pese a que en el VI PM se introdujeron una serie de medidas con este objetivo, los estudios realizados mostraban que los participantes seguían percibiendo que los requisitos burocráticos se estaban incrementando (Sinue y otros, 2006).

Uno de los aspectos regulados en los procedimientos formales del PM y que más influyen en una empresa a la hora de colaborar en proyectos de I+D, es la propiedad intelectual. Los convenios sobre propiedad intelectual ocupan un apartado específico en el contrato y se deben completar en el acuerdo de consorcio. Se favorece así un clima adecuado para compartir recursos y conocimientos con otras organizaciones, aunque también una excesiva regulación puede actuar como barrera para participar en el PM (Caloghirou y Vonortas, 2000).

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, a continuación se realiza un recorrido por las principales corrientes de investigación que analizan la participación de empresas en los consorcios financiados por el PM.

Dentro de estas corrientes de estudio destaca la que surgió en el ámbito del programa de investigación socioeconómica incluido en el IV PM, denominado TSER (*Targeted Socio-economic Research*). Con el apoyo de este programa, investigadores de diversos países colaboraron en la construcción

de la base de datos STEP TO RJVs, que contiene información sobre los acuerdos de cooperación tecnológica, con la participación de, al menos, una empresa, apoyados por las dos iniciativas más importantes de la política comunitaria de I+D: Eureka y el Programa Marco. A partir de esta compilación estadística, se publicaron estudios sobre una serie de aspectos relativos a las *Research Joint Ventures* (RJV), definidas como organizaciones temporales controladas conjuntamente por dos o más entidades participantes y cuyo objetivo es implicarse en actividades de I+D cooperativo (Caloghirou y otros, 2004). Teniendo en cuenta que las RJV no suponen necesariamente una participación en el capital de otra empresa, los estudios mencionados aplican la definición de RJV a los procesos de cooperación tecnológica que tienen lugar en los proyectos de I+D del PM y Eureka.

Esta iniciativa supuso un avance importante en el conocimiento sobre las principales características de las RJV y de sus participantes (Caloghirou y otros, 2004a); sobre las tendencias imperantes en la colaboración tecnológica internacional (Caloghirou y Vonortas, 2004); sobre la relación entre la decisión de colaborar y la estrategia corporativa de la empresa (Tsakanikas y Caloghirou, 2004) y sobre los factores que favorecen la decisión de colaborar (Caloghirou y Vonortas, 2004a).

También bajo el paraguas de esta iniciativa, Hernán y otros (2003) analizaron los factores que determinan la participación de empresas en RJVs. Como complemento del banco de datos STEP TO RJVs, estos autores utilizaron otras dos fuentes de información, ambas elaboradas por empresas privadas: la base de datos Amadeus, que contiene datos provenientes de las cuentas financieras de 200.000 empresas europeas y la base de datos Worldscope, que almacena la cifra de gasto en I+D correspondiente a 1.500 grandes empresas. Integrando estas tres fuentes de información, Hernán y otros (2003) trataron de demostrar el efecto que tiene la capacidad de absorción de conocimiento sobre la probabilidad de que la empresa participe en una RJV. Comprobaron que las variables referidas al tamaño de la compañía y a su experiencia previa en proyectos de cooperación tecnológica, representando ambas la capacidad de absorción de la compañía, están positivamente relacionadas con la probabilidad de participar en RJV. Aunque este estudio no pudo demostrar que la pertenencia a un determinado país fuera una variable significativa, si que sugería que aquellas empresas que operaban en países más grandes tenían menos probabilidad de cooperar con socios extranjeros. Otra contribución de este estudio provenía de la inclusión de variables referidas al sector donde operaba la empresa y que aportaban información sobre la importancia de los *spillovers* en dicha

industria, la intensidad del gasto de I+D y el grado de concentración existente. Todas ellas resultaron estar directamente relacionadas con la probabilidad de participar en RJV.

Con el objetivo de incorporar información cualitativa a la base de datos STEP TO RJVs, Tsakanikas y Caloghirou (2004) realizaron una encuesta extensiva a las empresas que formaban parte de esta base de datos. A partir del análisis de los resultados de la encuesta, los autores concluyeron que los principales motivos para participar en una RJV eran el acceso a recursos y capacidades complementarias; la posibilidad de llevar a cabo proyectos tecnológicos de gran envergadura; el aprendizaje dentro del consorcio y el reparto de los costes asociados a la I+D. En cuanto al tipo de socio preferido por las empresas, las universidades aparecían en primer lugar, seguidas por los clientes y los centros públicos de investigación, mientras que los competidores ocupaban el último puesto de esta lista. Estos autores enriquecieron la información original procedente de la base de datos STEP TO RJV, sin embargo no pudieron incorporar en su análisis una muestra de control de empresas no participantes, lo que limita la generalización de sus resultados.

Otra línea de investigación paralela a las anteriores se ha ocupado de analizar qué empresas tienen más probabilidades de cooperar entre ellas. A partir de estudios previos de Röller y otros (1997), Navaretti y otros (2002) construyeron un modelo teórico teniendo en cuenta que el tipo de información que comparten las empresas depende de las características de los mercados en los que operan y de las asimetrías de tamaño entre ellas. Utilizando también la base STEP TO RJV estos autores demostraron que dos empresas tienen mayor probabilidad de cooperar cuando fabrican productos sustitutivos y cuando siguen líneas de investigación complementarias, es decir, cuando es posible obtener sinergias de la actividad conjunta de I+D.

Tras estos primeros estudios surgidos a partir del proyecto STEP TO RJV, posteriormente han aparecido otros intentos de analizar la participación de la empresa en el PM. A partir de la información proporcionada por la Comisión Europea a través de la base de datos CORDIS, Roediger-Schluga y Barber (2006) llevaron a cabo un complejo proceso de estandarización y actualización que dio lugar a la base EUPRO. Estos autores analizaron la estructura de las redes de colaboración formadas en el ámbito del PM y llegaron a la conclusión de que estas redes se forman de acuerdo a un patrón estable a lo largo de los años, a pesar de los cambios operativos y estructurales que tienen lugar dentro del PM. Además, confirman que, a través de las ediciones consecutivas del PM, ha surgido un núcleo central y estable, formado por las organizaciones más participativas. La existencia de este

núcleo central también ha sido constatada por Breschi y Cusmano (2006) mediante el análisis de las redes formadas en el PM. Utilizando las herramientas de la teoría de gráficos y una base de datos extraída de la *STEP to RJDs*, estos autores confirmaron que los participantes más frecuentes tienden a desempeñar el papel de coordinadores y a estar conectados con un gran número de actores periféricos.

Todos estos estudios están basados en fuentes de información procedentes de la participación de empresas y otro tipo de organizaciones en consorcios de investigación. De manera más indirecta, la *Community Innovation Survey* (CIS), elaborada por la Comisión Europea a través de su servicio Eurostat, facilita información sobre si una empresa ha participado o no en un determinado periodo en el PM. Si bien no se distingue en qué edición del PM participa la empresa, ni en qué programa o bajo qué modalidad lo hace, han surgido algunos trabajos que utilizan micro datos procedentes de la CIS para distintos países. Dekker y Kleinknecht (2008) analizan los rasgos de las empresas participantes en el PM para Grecia, Alemania y Francia, concluyendo que existe rasgos comunes a todas ellas, como son la tendencia a colaborar en mayor medida con universidades y centros públicos de investigación, su mayor tamaño, una capacidad de I+D superior a la media sectorial, su mayor orientación hacia los mercados internacionales y la mayor propensión a registrar patentes.

Integrando datos de la CIS con datos procedentes de CORDIS para el V y el VI PM, Polt y otros (2008) analizan la relación que existe entre la participación en el PM y la actividad innovadora de la empresa. Según estos autores, los participantes en el PM se caracterizan por una mayor intensidad en I+D y la posesión de ventajas competitivas relacionadas con su posición en redes de colaboración. Además, están más orientados a mercados internacionales y muestran una mayor tendencia a patentar. En comparación con otros tipos de proyectos, los consorcios financiados por el PM están más vinculados a actividades de investigación básica y entre sus componentes se registra una participación creciente de las organizaciones no empresariales.

Todos los estudios mencionados en este apartado dibujan un escenario que, indudablemente, favorece la participación de organizaciones con ciertas características. En general, los autores que han analizado este tema coinciden en señalar que los elementos que impulsan o dificultan la participación en el PM son los siguientes: acceso a información, experiencia previa en anteriores ediciones del PM, disponibilidad de tiempo, conocimiento previo de socios y acuerdos sobre propiedad intelectual. En este escenario, las empresas, en particular las PYME, y los pequeños grupos de investiga-

dores con poca experiencia son los agentes que más obstáculos suelen encontrar, además de las organizaciones de países de reciente incorporación a la UE y de países asociados (Sinue y otros, 2006). Sin obviar estas consideraciones, la realidad muestra que en el PM participan todo tipo de organizaciones, desde universidades, centros públicos de investigación y centros tecnológicos, hasta empresas, independientemente de su tamaño o sector de actividad.

El Cuadro 11 resume los objetivos de la investigación, la metodología de análisis y las bases de datos utilizadas en los trabajos mencionados en este capítulo¹¹.

Cuadro 11: La cooperación tecnológica en el PM de I+D+I: evidencia empírica a partir de micro-datos

Autores	Objetivo de la investigación	Metodología	Bases de datos
Hernan, Marín y Siotis (2003)	Motivos para participar en proyectos cooperativos de I+D	Estimación Logit	1) STEP TO RJV 2) Amadeus 3) Worldscope
Tsakanikas y Caloghirou (2004)	Motivos para participar en proyectos cooperativos de I+D	Regresión OLS	Encuesta (muestra de 391 empresas participantes en el PM)
Navaretti y otros (2002)	Probabilidad de que dos empresas cooperen	Modelo Probit de sección cruzada	1) STEP TO RJV 2) Amadeus
Roediger-Schluga y Barber (2006)	Estructura de las redes de cooperación en el PM	Teoría de gráficos	EUPRO
Breschi y Cusmano (2006)	Estructura de las redes de cooperación en el PM	Teoría de gráficos	EU RJV (extracto de la base de datos STEP TO RJV)
Dekker y Kleinknecht (2008)	Impacto de la participación en el PM en los resultados tecnológicos	Modelo Probit	CIS 3 y CIS 4
Polt y otros (2008)	Características de los participantes en el PM Impacto de la participación en el PM	Modelo Probit	1) CIS 2) CORDIS 3) Encuesta a participantes

Fuente: Elaboración propia

¹¹ Una de las áreas de investigación más dinámica en torno al PM es la que analiza el impacto de este programa en los resultados económicos y tecnológicos de los participantes. Estos trabajos no se comentan en detalle porque se alejan del objetivo de esta tesis doctoral, aunque conviene tener en cuenta su existencia. A modo de recopilación se puede consultar DTI–Office of Science and Technology (2004).

IV. LOS DETERMINANTES DE LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA UNIÓN EUROPEA: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS

Como se ha visto en secciones anteriores, los consorcios formados en el contexto del PM pueden ser considerados representativos del fenómeno de la cooperación tecnológica internacional. En este apartado se analiza la participación de la empresa española en dichos consorcios, tratando de encontrar los factores que determinan la solicitud de financiación y la concesión de la ayuda por parte de la Comisión Europea. El primer análisis está relacionado con la decisión de cooperar en un contexto internacional, mientras que la segunda parte de la investigación nos dará las claves sobre aquellos factores que determinan que un proceso de cooperación tecnológica reciba financiación dentro del PM, cuyas peculiaridades ya han sido descritas en capítulos anteriores.

Haciendo referencia a los objetivos planteados en la introducción de esta investigación, en este capítulo se dará respuesta a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué características de la empresa incrementan la probabilidad de que ésta solicite ayuda dentro del PM?
2. ¿Qué características del consorcio y del proyecto incrementan la probabilidad de que la empresa española participante en dicho proyecto reciba financiación del PM?

IV.1. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE TRABAJO

Tal y como se desprende de las conclusiones expuestas en los apartados anteriores, el enfoque teórico que sirve de base para el presente trabajo de investigación considera que los proyectos de I+D desarrollados por consorcios bajo el esquema del PM son representativos de los procesos de cooperación tecnológica internacional, ya que se trata de acuerdos firmados por socios procedentes de diferentes países en los que se comprometen a aportar sus propios recursos para llevar a cabo actividades de investigación cooperativa con el fin de obtener resultados comercializables.

Sin embargo, el tratamiento de los consorcios de I+D del PM en trabajos empíricos debe tener en cuenta las especiales circunstancias que rodean a estos procesos de cooperación internacional. Por lo tanto, la formulación de las hipótesis de trabajo que se presenta en este apartado, se basará, por

un lado, en los desarrollos teóricos y empíricos relacionados con la cooperación tecnológica, ya expuestos en el capítulo II y por otro lado, en las características propias del PM como escenario donde tienen lugar dichos procesos de cooperación internacional, explicadas en detalle en el capítulo III.

Los presupuestos teóricos que guiarán la posterior investigación empírica se explican a continuación, distinguiendo entre aquellos que están asociados con la participación de la empresa española en consorcios que solicitan financiación en el PM y aquellos que se refieren a la decisión por parte de la Comisión Europea de conceder apoyo financiero a un determinado consorcio.

IV.1.a. Determinantes de la participación en un consorcio

La literatura ha analizado la relación existente entre la cooperación en I+D y dos tipos de efecto desbordamiento o “*spillovers*” (Belderbos y otros, 2004). Aquellos que suponen una entrada de conocimiento para la empresa (*incoming spillovers*) indican la importancia de los flujos externos de información en el proceso de innovación, mientras que los *spillovers* que se transmiten hacia el exterior (*outgoing spillovers*), se relacionan con los problemas que tiene una organización para controlar la difusión de conocimiento procedente de su propia actividad de I+D. Los incentivos para formar alianzas tecnológicas están relacionados con la generación de *spillovers* voluntarios a través de información compartida, aunque, en este caso, existe un riesgo asociado al comportamiento aprovechado de uno de los socios, conocido como *free-riding* (Veugelers y Kesteloot, 1994). Estos argumentos ponen de manifiesto el doble papel que desempeñan los *spillovers* en la cooperación: la entrada de conocimiento a la empresa procedente de socios tecnológicos incrementa el atractivo de las alianzas, mientras que el riesgo de aprovechamiento incontrolado del conocimiento propio por parte de otros miembros del consorcio, lo disminuye.

La importancia de los *spillovers* como motivo para cooperar en el caso de la empresa española ha sido analizado por Heijs y Buesa (2007). Estos autores confirman que los principales motivos que tienen las compañías nacionales para cooperar están relacionados con el intercambio de conocimiento, especialmente en aquellas áreas tecnológicas que la empresa no domina, y con el acceso a infraestructura tecnológica. López (2008) también llega a la conclusión de que, en el caso de la empresa española, cuanto más importantes son las entradas de información procedentes del exterior

para los procesos de innovación propios (*incoming spillovers*), más alta es la probabilidad de cooperar.

Bayona et al. (2001) demuestran que la capacidad interna de las empresas tiene un efecto positivo en la probabilidad de cooperar. En este trabajo los resultados obtenidos se relacionan con el concepto de capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1990), según la cual, las capacidades internas de una empresa determinan el grado en que será capaz de incorporar el conocimiento generado en el exterior en su propio proceso de innovación. Por tanto, cuanto mayor sea esta capacidad interna, más interesada estará la empresa en cooperar e internalizar conocimiento.

Siguiendo este razonamiento, la primera hipótesis se plantea de la siguiente manera:

Hipótesis 1: Las empresas con una mayor capacidad de absorción de conocimiento procedente del exterior, tienen una mayor probabilidad de formar parte de un consorcio que presenta propuestas dentro del PM.

La vertiente internacional de la cooperación tecnológica ha sido relacionada por Archibugi y Michie (1995) con el proceso de internacionalización de una empresa. Estos autores distinguen tres tipos de actividades a través de las cuales tiene lugar la internacionalización de la I+D: (1) la explotación internacional de innovaciones producidas en el territorio nacional; (2) la generación global de innovaciones y (3) la cooperación tecnológica internacional. Esta última categoría incluye los acuerdos para llevar a cabo un proyecto innovador o acuerdos en el ámbito de la producción con intercambio de información técnica y/o equipos. Se considera que estas tres categorías no son excluyentes ni consecutivas. Sin embargo, algunos enfoques procedentes de la literatura sobre la internacionalización de la empresa defienden que puede existir un acercamiento gradual al entorno internacional (Johanson y Wiedersheim-Paul, 1975). Desde esta perspectiva, las exportaciones serían el primer paso de este proceso, permitiendo a las empresas acumular conocimiento sobre los mercados internacionales y, en consecuencia, disminuyendo el riesgo asociado con las operaciones internacionales. Este argumento sustenta la existencia de una relación positiva entre la actividad exportadora y la probabilidad de participar en consorcios internacionales de investigación. Además, las empresas exportadoras pueden beneficiarse de ciertas capacidades relacionadas con su posición en redes internacionales y encontrar con mayor facilidad socios tecnológicos adecuados. Por lo tanto, suponemos que:

Hipótesis 2: Las empresas que exportan tienen una mayor probabilidad de presentar propuestas en el PM que las que no lo hacen

Las empresas que toman parte en acuerdos de cooperación tecnológica forman redes en las que asumen cierta interdependencia respecto al resto de los miembros. Como apuntan Coviello y McAuley (1999), en la medida en que la empresa utilice sus redes para gestionar ciertos aspectos de su actividad, estará explotando las ventajas de formar parte de dicha red. Los integrantes de una red desarrollan dos tipos de habilidades: las relacionadas con el capital relacional, definido por Kale y otros (2000) como *“el nivel de confianza mutua, respeto y amistad que surge entre los socios a través del trabajo conjunto”* y las denominadas rutinas de colaboración, que permiten reducir los costes asociados con la coordinación de un consorcio (Dyer y otros, 2006). Por medio de la experiencia, las empresas construyen capital relacional y extienden sus redes de socios, mejorando su posición para encontrar colaboradores y para ser invitadas a formar parte de un consorcio. De la misma manera, las rutinas de colaboración se ven favorecidas por la experiencia, ya que las compañías aprenden el mejor modo de gestionar alianzas, y, especialmente, de gestionar conflictos.

La evidencia empírica previa acerca de la cooperación dentro del PM confirma que las empresas con experiencia en este programa son más propensas a participar de nuevo (Hernán y otros, 2003). Este hecho puede explicarse, al menos, por dos razones. En primer lugar, la empresa que ha participado en un consorcio de investigación ha acumulado cierto capital relacional y está mejor situada en redes de colaboración, es decir, tiene menos problemas para encontrar socios tecnológicos y cuenta con más oportunidades para unirse a nuevas iniciativas de cooperación. En segundo lugar, la participación en el PM conlleva ciertas tareas administrativas, así como un buen acceso a la información procedente de la Comisión Europea (fechas de convocatorias, prioridades temáticas, etc), que son necesarias para preparar buenas propuestas. También es fundamental el proceso de negociación entre los socios y entre el coordinador del proyecto y la Comisión Europea. Se trata, en definitiva, de una serie de tareas operativas que las empresas con experiencia han asimilado como rutinas de cooperación, por ejemplo, mediante la contratación de personal especializado o desarrollando sistemas de seguimiento de información sobre convocatorias. En general, poseer una amplia experiencia en cooperación tecnológica se supone que mejora la posición en redes de cooperación y reduce los costes de coordinación. Por esa razón, la tercera hipótesis se enuncia de esta manera:

Hipótesis 3: Las empresas con experiencia previa en cooperación tecnológica son más propensas a participar en consorcios que presentan propuestas en el PM

No hay duda de que la innovación es una actividad que implica un considerable riesgo tecnológico y comercial. Por un lado, al comienzo del proyecto, los resultados tecnológicos no están asegurados, y, por otro lado, una vez que el proyecto ha finalizado con éxito, no está garantizado que las inversiones realizadas puedan recuperarse por medio de la comercialización de dichos resultados. Siempre existe el riesgo de que la demanda no se ajuste a las previsiones iniciales y de que una rápida reacción de los competidores debilite la posición de liderazgo de la empresa innovadora. Desde esta perspectiva, la cooperación puede considerarse una estrategia adecuada para evitar las restricciones financieras asociadas a proyectos de alto riesgo y largos periodos de retorno de inversiones.

De hecho, la literatura coincide en señalar que la posibilidad de compartir los altos costes y riesgos asociados a la innovación es uno de los motivos para adentrarse en procesos de cooperación. Así, López (2008) señala que, en el caso de las empresas españolas, la necesidad de superar restricciones financieras es uno de los motivos que explican la cooperación en I+D y Heijs y Buesa (2007) corroboran esta relación, aunque no sitúan a los motivos de índole financiera entre los más relevantes.

En el caso del PM estos argumentos son aún más decisivos, debido a la gran envergadura de los proyectos que se presentan y al alto grado de complejidad tecnológica que entrañan. Por eso, es de esperar que las empresas dispuestas a comprometer recursos en este tipo de proyectos recurran a la cooperación para disminuir costes y riesgos. Además, la ayuda financiera que concede la Comisión Europea puede suponer un importante incentivo para las empresas con mayores limitaciones de recursos financieros. La hipótesis número 4 se formula teniendo en cuenta estos argumentos.

Hipótesis 4: Las empresas con restricciones financieras son más propensas a solicitar ayudas dentro del PM

La literatura recoge evidencia empírica sobre las diferencias sectoriales en diversos aspectos relacionados con el proceso de innovación (Pavitt, 1994; Hladik, 1985; Link y Bauer, 1989; Wang, 1994), tales como la orientación hacia la I+D básica y el desarrollo tecnológico más aplicado, o el papel que desempeñan proveedores y clientes. También se ha constatado la existencia de diferencias sectoriales en cuanto a la complejidad de la I+D (Malerba y Orsenigo, 1993; Dodgson, 1994), la

velocidad en la generación y la difusión de nuevas tecnologías (Pyka y Saviotti, 2002) y el efecto de la presión competitiva en la actividad innovadora (Von Hippel, 1989).

Las estadísticas muestran que también la propensión a cooperar difiere de unos sectores a otros¹², por lo que resulta necesario captar dichas diferencias por medio de variables adecuadas. A este respecto, varias clasificaciones han sido desarrolladas desde distintos enfoques. Cabe destacar las trayectorias tecnológicas de Pavitt (1984), los regímenes tecnológicos sectoriales de Malerba y Orsenigo (1996) y la clasificación basada en el nivel tecnológico que utiliza la OCDE o Eurostat.

Bajo este punto de vista, algunos autores han demostrado que las empresas situadas en sectores de mayor intensidad tecnológica y aquellas que llevan cabo proyectos de I+D más cercanos a la frontera tecnológica, tienen una mayor propensión a cooperar (Miotti y Sachwald, 2003; Bayona y otros, 2001). El PM está diseñado de acuerdo con un esquema “de arriba abajo”, donde la Comisión Europea establece las prioridades tecnológicas tras un proceso extensivo de consulta con representantes de la industria y otras organizaciones. Los proyectos son evaluados según parámetros de excelencia científica y tecnológica y según el grado de avance tecnológico en el ámbito europeo. Por lo tanto, aquellos segmentos de la economía más vinculados con la investigación de vanguardia, tienen una mayor probabilidad de participar en el PM.

Como han indicado Marín y Siotis (2002), la Comisión Europea ha favorecido tradicionalmente a aquellos proyectos desarrollados por industrias intensivas en I+D. En concreto, las prioridades tecnológicas relacionadas con las TIC son las receptoras de la mayor parte del presupuesto del PM. Por esta razón suponemos que aquellas empresas pertenecientes a sectores vinculados con las TIC tienen una mayor probabilidad de participar en el PM.

Hipótesis 5 : Las empresas pertenecientes a sectores de alta tecnología, especialmente aquellos relacionados con las TIC, son más propensas a presentar propuestas en el PM

La literatura indica que existe una masa crítica a partir de la cual es más probable llevar a cabo actividades de I+D y, por lo tanto, son las empresas de mayor tamaño las más propensas a realizar

¹²En el caso de España, el porcentaje de empresas que cooperan sobre el total de empresas innovadoras es del 73% para la industria química y del 78% para material de transporte. Este porcentaje es sólo del 28% para la industria del mueble. Un caso intermedio es la industria textil (cerca del 55%) (INE, 2006).

este tipo de actividades (Rothwell y Dodgson, 1991; Bayona y otros, 2001). Sin embargo, como argumentan Robertson y Gatignon (1998), es complicado establecer una relación clara entre la dimensión de la empresa y la decisión de desarrollar proyectos tecnológicos cooperativos.

Se puede argumentar que las empresas grandes tienen más recursos y facilidades para llevar a cabo proyectos de I+D individualmente, mientras que las empresas pequeñas deben recurrir en mayor medida a los recursos externos y a la cooperación para poder involucrarse en proyectos tecnológicos de cierta envergadura. En consecuencia, las empresas de menor tamaño tendrían más incentivos para cooperar. Otros autores, como Heijs y Buesa (2007) defienden que las empresas grandes y las pequeñas desempeñan distintos papeles en los sistemas de innovación y, por tanto, su disposición frente a la cooperación es distinta. Así, las empresas pequeñas tienden más a cooperar con sus clientes y sus proveedores y también a convertirse en proveedoras de servicios de alta tecnología en sectores específicos. Esta última fórmula las convierte muchas veces en socios tecnológicos de las grandes empresas.

Para formular la hipótesis número 6, se ha tenido en cuenta que el tamaño y la complejidad de los proyectos financiados por el PM requieren cierta masa crítica que garantice la capacidad técnica y financiera de la empresa. Además de las actividades de investigación en sí mismas, la participación en un consorcio de estas características también implica costes adicionales relacionados con la coordinación de los socios, la elaboración de las propuestas y el seguimiento continuo del proyecto. Estos requerimientos formales y administrativos pueden desincentivar a aquellas empresas que cuentan con recursos propios más reducidos, ya que no pueden llevar a cabo tareas que consumen una cantidad considerable de tiempo. No obstante, hay que tener en cuenta que las desventajas de las empresas pequeñas pueden ser, en mayor o menor medida, neutralizadas gracias a la intervención de los Puntos Nacionales de Contacto (*National Contact Point*), organismos que, como el CDTI en el caso de España, tienen como objetivo promover la participación de la empresa en el PM, y particularmente la participación de las PYME.¹³

Hipótesis 6: Las empresas grandes tienen más probabilidades de formar parte de consorcios que presentan propuestas en el PM

¹³ En el caso de España, el CDTI ofrece apoyo financiero para elaborar una propuesta

IV.1.b. Determinantes de la selección por parte de la Comisión Europea

Las normas por las que se rige la participación de las empresas en el VI Programa Marco establecen que las propuestas presentadas serán evaluadas con el asesoramiento de expertos independientes de acuerdo con los siguientes criterios (Comisión Europea, 2002):

- (a) excelencia científica y tecnológica y grado de innovación de la propuesta;
- (b) capacidad para llevar a término el proyecto y para garantizar una gestión eficiente, teniendo en cuenta recursos, competencias y métodos de coordinación previstos por los participantes;
- (c) pertinencia con respecto a los objetivos del programa específico;
- (d) valor añadido europeo, masa crítica de recursos movilizados y contribución a las políticas comunitarias;
- (e) calidad del plan de aprovechamiento y de difusión de los conocimientos, posibles efectos en materia de promoción de la innovación y claridad de la planificación relacionada con la gestión de la propiedad intelectual.

Estos criterios son muy similares a los que se aplicaban en el V PM y la evaluación a cargo de expertos se considera un elemento crucial en la decisión de concesión de la ayuda financiera por parte de la Comisión Europea. Por lo tanto, la información sobre dichas evaluaciones sería un excelente instrumento para estudiar los factores que determinan la concesión de dicha ayuda. Sin embargo, esta información no está disponible en nuestra base de datos y, por esa razón, se ha optado por llevar a cabo el análisis a partir de las variables observables que describen al consorcio. Las siguientes hipótesis de trabajo establecen la relación teórica entre las variables observables y los criterios en los que se basa la evaluación de las propuestas.

Una de las razones que tienen las empresas para cooperar es la posibilidad de acceder a los recursos necesarios para explotar capacidades propias y reforzar, así, ventajas competitivas. La naturaleza de dichos recursos va a determinar la elección de los socios: las empresas pueden buscar recursos similares a los suyos para obtener economías de escala y reducir riesgos y costes, o por el contrario, pueden estar más interesadas en acceder a recursos complementarios si el proceso de innovación precisa un enfoque multidisciplinar. Miotti y Sachwald (2003) analizan qué factores de-

terminan la elección de socios utilizando para ello una muestra de empresas francesas. Estos autores concluyen que la cooperación con universidades tiene lugar cuando la empresa busca recursos complementarios a los suyos para avanzar en la frontera tecnológica. Para el caso de la empresa española, Santamaría y Rialp (2007 y 2007a) analizan la relación que existe entre los motivos para cooperar y el tipo de socio elegido, confirmando que las universidades y los centros tecnológicos son los socios preferidos cuando la empresa persigue potenciar sus capacidades tecnológicas.

Roediger-Schluga y Barber (2007) comprueban que un alto porcentaje de los participantes más frecuentes en el PM son universidades, lo que es un claro indicador del papel preponderante que desempeñan estas organizaciones. Además, Tsakanikas y Caloghirou (2004) confirman que la mayoría de las empresas que participan en el PM considera que las universidades y los centros de investigación son los socios más adecuados en este contexto. Por lo tanto, podemos suponer que aquellos proyectos más cercanos a la frontera tecnológica y a la investigación básica, llevada a cabo, generalmente, por universidades y centros públicos de investigación, serán considerados más innovadores en el seno del PM en base a su excelencia científica y tecnológica.

Hipótesis 7: Las propuestas más cercanas a la investigación básica tendrán una mayor probabilidad de ser financiadas en el PM

Por medio de la cooperación, las empresas tratan de compartir los altos costes y riesgos asociados a su actividad tecnológica. Sin embargo, de acuerdo con la teoría de los costes de transacción, la cooperación sólo es una alternativa eficiente si los costes de coordinación son más bajos que los costes en los que incurre la empresa cuando adquiere los recursos necesarios en el mercado o cuando los genera internamente, con sus propios medios. En el caso del PM, los costes de coordinación se incrementan debido a los requerimientos administrativos y al plazo que transcurre hasta que se recibe la financiación y que, en definitiva, dilatan el plazo previsto para la entrada en el mercado. Por otra parte, el PM incentiva la formación de grandes consorcios con el fin de abordar proyectos ambiciosos y a largo plazo, especialmente en el caso de los Proyectos Integrados. Estos consorcios suelen tener un carácter multidisciplinar y un presupuesto elevado. De acuerdo con la literatura (Dyer y otros, 2006), la coordinación de los flujos de conocimiento y de las rutinas de trabajo en el interior de un proyecto cooperativo es más complicada cuanto más grande es el consorcio

que lo desarrolla. Por lo tanto, es razonable suponer que existe un tamaño óptimo para el que el beneficio marginal de incorporar una nueva unidad de conocimiento iguale al coste marginal de coordinación asociado a un nuevo socio.

Hipótesis 8: Aquellos consorcios con un tamaño óptimo tendrán una mayor probabilidad de ser financiados por el PM

A través del proceso de evaluación de propuestas descrito, la Comisión Europea también da prioridad a aquellas propuestas gestionadas bajo criterios de eficiencia. La eficiencia se valora desde dos perspectivas. La primera de ellas se refiere a la capacidad del consorcio para desarrollar los objetivos programados, asegurando la correcta transferencia de conocimiento entre los socios y evitando conflictos. La segunda da prioridad a la explotación de los resultados de la investigación de acuerdo con unas normas de protección del conocimiento bien estructuradas, consensuadas en las primeras fases de formación del consorcio.

Por lo tanto, junto con la excelencia científica y tecnológica de las propuestas y la necesidad de encontrar un tamaño adecuado del consorcio que la lleva a cabo, suponemos que el tercer elemento que contribuye a optimizar la generación y la transferencia de conocimiento dentro y fuera del consorcio es la capacidad de coordinación, y, especialmente, la capacidad de coordinación del líder del proyecto.

Hipótesis 9: Los consorcios con mejores capacidades de coordinación tienen una mayor probabilidad de recibir financiación en el PM

IV.2. LA BASE DE DATOS CDTI-PM

Coincidiendo con la entrada en vigor del VI Programa Marco de I+D de la UE, el CDTI se convirtió en el organismo español encargado de mantener y gestionar la información acerca de la participación española en todos los programas y actuaciones del PM. Para ello existe una base de datos que se alimenta periódicamente con la información que, debidamente revisada, proporcionan los diferentes organismos gestores españoles y la Comisión Europea, tanto referente a las propuestas presentadas, como a los proyectos finalmente aprobados.

El procedimiento de gestión por el que se rige el CDTI contempla que la información relativa a la participación española en el PM se cruce con la base de datos de entidades que mantiene este Centro, de manera que la información disponible para cada participante es más amplia que la que, en origen, se extrae de la base de datos del PM.

El interés del presente trabajo se centra en conocer las peculiaridades de la participación de la empresa española en procesos de cooperación tecnológica. Como se ha expuesto en anteriores apartados, la cooperación que se establece en el PM bajo las modalidades de proyectos específicos y proyectos integrados, implica un compromiso de recursos por parte de todos los miembros del consorcio y una participación activa en la creación de conocimiento, aplicado a la innovación de productos o servicios con orientación, más o menos, cercana al mercado. El tipo de actividad que se financia no es equiparable a la que recogen otras modalidades de participación, razón por la cual parece adecuado analizar únicamente los procesos de cooperación tecnológica que tienen lugar en los proyectos específicos e integrados en los que participe, al menos, una empresa española.

La compilación de datos procedentes, por un lado, de la base de datos del PM para las propuestas con participación de, al menos, una empresa española entre los años 1995 y 2005, y, por otro lado, de los datos incluidos en la base propia del CDTI para las entidades nacionales participantes en dichas propuestas, se denomina base de datos CDTI-PM.

La base CDTI-PM contiene información sobre la participación en el PM de 3.492 empresas españolas. Se contabiliza un total de 11.829 participaciones de estas empresas en propuestas y 2.814 participaciones en proyectos financiados. En definitiva, el número de propuestas presentadas con participación de, al menos, una empresa española es de 8.178, de las que 1.888 se financiaron¹⁴. En estas últimas, colaboraron 1.229 empresas.

La estructura de la base CDTI-PM-P se ajusta, por un lado, a la dinámica propia del PM y, por otro, a los objetivos concretos que persigue su análisis. A este respecto, conviene hacer las siguientes observaciones:

¹⁴ La base de datos del CDTI-PM incluye un conjunto de información mucho más amplio, tanto por el periodo abarcado, como por la participación de otros organismos españoles. Dados los objetivos del presente trabajo, se ha optado por restringir el análisis a la participación de "empresas" y al periodo al comprendido entre 1995 y 2005.

- Con anterioridad al VI PM, la base de datos que mantenía el CDTI sobre la participación española sólo se alimentaba con información de la Comisión Europea, referente a los programas específicos cuya representación oficial era ostentada por este Centro. Teniendo en cuenta que estos programas han sido, tradicionalmente, aquellos relacionados con la industria y los servicios, se puede afirmar que la participación de la empresa española en el PM queda recogida, prácticamente en su totalidad, en la base CDTI-PM.
- La asignación temporal de una propuesta corresponde con la fecha de aprobación formal de los proyectos en el comité de gestión de cada programa. Al realizarse esta aprobación por convocatorias, todos los proyectos presentados en la misma convocatoria deben tener la misma fecha asignada.
- En el proceso de carga de información, los datos correspondientes a las propuestas se asignan después al proyecto correspondiente, si la propuesta es aprobada. Es decir, existe una única carga de datos, seguida posteriormente de la validación de la propuesta como proyecto.
- La base CDTI-PM sólo contiene información sobre propuestas o proyectos con participación de, al menos, una empresa española, con lo cual quedan excluidas aquellas propuestas en las que participan exclusivamente otro tipo de organizaciones nacionales.

La base de datos CDTI-PM ha sido completada con la procedente de SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos), que incluye un histórico de cuentas anuales de cerca de 1.000.000 de empresas españolas entre 1995 y 2005. De éstas, hemos seleccionado una muestra de control que tiene en cuenta la disponibilidad para cada empresa de información sobre las variables relevantes. En concreto, se han elegido todas las empresas de más de 200 trabajadores. Las empresas con un número de empleados entre 10 y 200 se han seleccionado siguiendo un muestreo aleatorio para cada sector CNAE a 2 dígitos, siendo el porcentaje de participación de un 4% respecto al DIRCE, lo que garantiza su representatividad. La cobertura de los datos se ha restringido fundamentalmente a las empresas de más de 10 trabajadores. No obstante, también se han incluido 615 microempresas (0,5% respecto al DIRCE, elegidas también aleatoriamente), dado que 219 solicitantes de proyectos pertenecen a esta categoría. Aunque se dispone de información desde 1995, la muestra empleada en las estimaciones econométricas se refiere al periodo 1999-2005, como consecuencia de la construcción de las variables que reflejan la experiencia previa en el PM (el V PM comienza en 1999).

En suma, la muestra final consta de un panel incompleto de 55.981 observaciones, 10.423 empresas y 3.251 propuestas. La información de SABI se emplea fundamentalmente en la estimación de la decisión de la empresa de participar en el proyecto cooperativo, mientras que la base CDTI-PM permite analizar los determinantes de la concesión de la ayuda por parte de la agencia.

Para abordar el trabajo descriptivo que se presenta a continuación, se utilizará un doble enfoque, utilizando como unidad de análisis, en primer lugar, las propuestas presentadas y aprobadas y, en segundo lugar, las participaciones de las empresas españolas en dichas propuestas.

IV.3. DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS PRESENTADAS¹⁵

Como se acaba de mencionar, durante el periodo comprendido entre los años 1995 y 2005, las empresas españolas han participado en un total de 8.178 propuestas, de las cuales 1.888 fueron finalmente seleccionadas y obtuvieron financiación¹⁶. Esto supone una tasa media de éxito del 23%.

El Gráfico 3 muestra la evolución de estas cifras, que se ajusta a los ciclos de las distintas ediciones del PM. Así, en los primeros años de cada edición (1995, 1999 y 2003), el número de propuestas es superior a los años posteriores, mientras que en el último año se publican menos convocatorias. Esta tendencia cíclica es común a los datos de participación general en el PM, como han reflejado estudios precedentes (Caloghirou y otros, 2004). En cuanto a la tasa media de éxito, se observa en los últimos años de la serie un ligero descenso que coincide con un menor número de propuestas presentadas¹⁷. Sin obviar estas observaciones, se puede afirmar que la tasa de éxito de las pro-

¹⁵ Conviene señalar que este análisis descriptivo no se puede hacer extensivo a toda la participación española en el PM, ya que sólo se refiere a la participación de las empresas. Un análisis detallado de los resultados obtenidos en el PM por parte de la totalidad de los participantes españoles se puede consultar en CDTI (2007a).

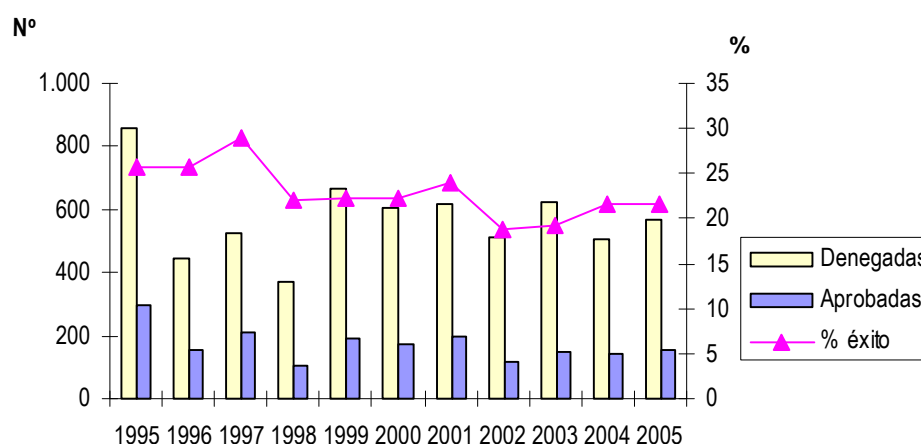
¹⁶ Proyectos específicos y proyectos integrados. De aquí en adelante, las propuestas que han obtenido financiación se denominan propuestas aprobadas o proyectos, para diferenciarlas de aquellas que no han logrado una puntuación suficiente en el proceso de evaluación para optar a los fondos disponibles (estas serán propuestas denegadas). En el apartado III.1.d se explica con detalle el proceso de evaluación del PM.

¹⁷ En general, la menor participación de la empresa española en el VI PM se justifica por el cambio de prioridades de esta edición, en la que ganan peso las iniciativas de gran envergadura con la aparición de la figura de los proyectos integrados, dejando menos fondos disponibles para proyectos de menor tamaño (proyectos específicos).

puestas con empresas españolas ha seguido a lo largo de estos once años un comportamiento bastante estable, oscilando en torno a una media del 23%.

En el periodo analizado, el presupuesto total de los proyectos aprobados en los que participan empresas españolas ha seguido una evolución creciente, en línea con los incrementos globales del PM. En general, en el Gráfico 4 se observa una tendencia cíclica¹⁸, con un incremento acentuado en 2003, coincidiendo con las primeras convocatorias de proyectos integrados. También se observa que las propuestas aprobadas tienen presupuestos más elevados prácticamente durante todo el periodo analizado.

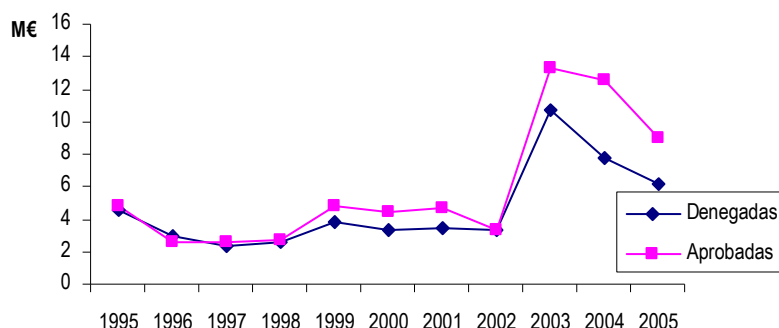
Gráfico 3: Evolución de las propuestas presentadas al PM y tasa de éxito (1995-2005)



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

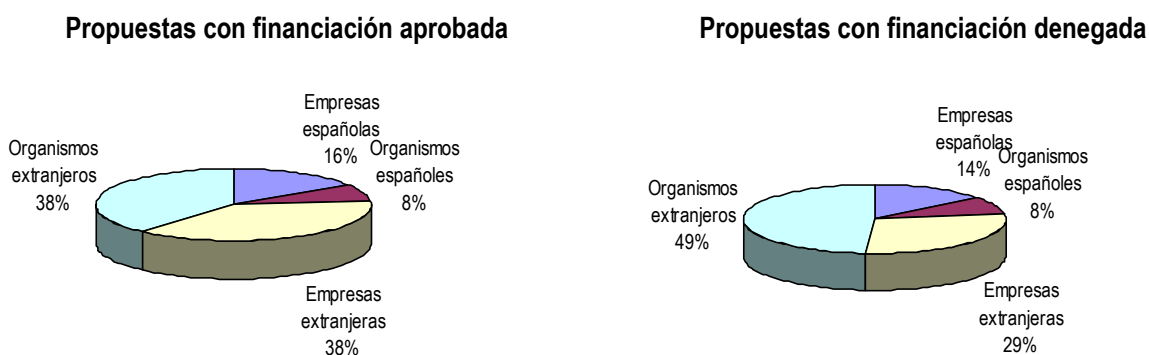
Por término medio, la participación de las empresas españolas en los proyectos aprobados supone el 15% del coste total. Es significativo comprobar que este porcentaje es algo superior (18%) si nos referimos a las propuestas que no han obtenido financiación.

¹⁸ A medida que transcurre el periodo de vigencia de cada Programa, el presupuesto se va agotando y la financiación concedida en las convocatorias de los últimos años disminuye.

Gráfico 4: Evolución del coste anual medio de las propuestas presentadas en el PM con participación de empresas españolas (1995-2005)

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

Los consorcios donde participan las empresas españolas están formados por una media de 14,7 socios, aunque conviene destacar que este valor es menor en las propuestas que finalmente han recibido financiación (12,4 socios) que en las denegadas (15,3). Considerando el tipo de participante también hay diferencias significativas entre los dos grupos. El Gráfico 5 refleja que, en las propuestas aprobadas, las empresas, especialmente las extranjeras, tienen un mayor peso (38% de los socios frente al 29%), mientras que los organismos de investigación bajan su porcentaje considerablemente, manteniendo los nacionales una tasa de participación idéntica en las dos submuestras (8%).

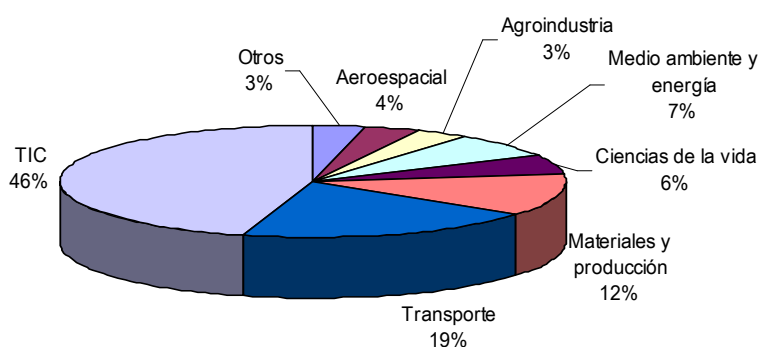
Gráfico 5: Consorcios con participación de empresas españolas presentados en el PM. Distribución del número de socios según el tipo de organización (1995-2005)

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

Conviene destacar que el tipo de cooperación que se establece en los consorcios se ajusta a los objetivos del PM, es decir, prevalecen la cooperación internacional entre empresas (sólo un 11% de las propuestas aprobadas no cuenta con participación de compañías extranjeras) y la transferencia de conocimiento entre los ámbitos privado y público (sólo un 4% de las aprobadas no cuenta con la participación de organismos de investigación). Como consecuencia de estas dos tendencias, la cooperación con centros de investigación internacionales se sitúa en un lugar destacado, ya que en el 82% de los consorcios participa al menos un representante de este colectivo.

Por áreas tecnológicas, la mayor parte de los proyectos aprobados se desarrolla en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), seguidas por transportes, materiales y producción, medio ambiente y energía, ciencias de la vida, aeroespacial y agroindustria (véase Gráfico 6). Esta distribución es prácticamente idéntica a la que siguen las propuestas denegadas. Como ya han puesto de manifiesto Caloghirou y otros (2004a), el predominio de las TIC es una de las características del PM, debido, en gran parte, al importante presupuesto destinado al desarrollo de estas tecnologías en todas las ediciones del programa.

Gráfico 6: Propuestas aprobadas en el PM con participación de empresas españolas.
Distribución por áreas tecnológicas (1995-2005)¹⁹



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

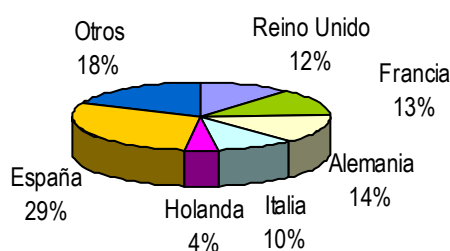
¹⁹ En la categoría "otros" se han incluido algunos programas horizontales del VI PM y los proyectos presentados en las primeras ediciones de programas específicos para PYME.

La tasa de éxito de las propuestas presentadas es relativamente alta en el ámbito de las tecnologías aeroespaciales (43%) y en transportes (33%), mientras que en el resto de las áreas es algo inferior a la media del 23% (21% en TIC; 23% en materiales y producción; 22% en medio ambiente y energía; 17% en agroindustria y 16% en ciencias de la vida).

Las diferencias sectoriales en las tasas de éxito pueden estar relacionadas con el grado de adecuación de las prioridades establecidas en cada programa y las necesidades reales de la industria nacional, ya que, como se ha visto en apartados anteriores, la Comisión establece un proceso de consulta con los representantes de los agentes implicados en la I+D europea antes de aprobar definitivamente cada PM.

Del total de los 1.888 proyectos financiados incluidos en la muestra, 556 (un 30%) fueron liderados por organizaciones españolas, cifra que se reduce a 351 (19%) si consideramos sólo los proyectos liderados por empresas. En el Gráfico 7, se observa que el 53% de los proyectos aprobados son liderados por organizaciones de los países que más participan en el PM, es decir Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y Holanda. Este porcentaje se mantiene prácticamente invariable si consideramos las propuestas denegadas.

**Gráfico 7: Propuestas aprobadas en el PM con participación de empresas españolas.
Distribución por procedencia del coordinador (1995-2005)²⁰**



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

²⁰ Al tratarse de una muestra formada únicamente por propuestas donde participan empresas españolas, la tasa de liderazgo que corresponde a este país es muy elevada.

Cuantitativamente, el valor de liderar un proyecto se refleja en el porcentaje de participación de las empresas españolas en el coste total. Si, por término medio, a las empresas españolas les corresponde una cuota del 15% del coste total de las propuestas aprobadas en las que participan, este porcentaje se eleva al 27% en aquellas coordinadas por organizaciones españolas y al 34% cuando los líderes son empresas nacionales. Cuando la entidad española que lidera no es una empresa, el porcentaje de participación de este colectivo en el coste total cae al 14%.

En la muestra se observa una mayor tendencia a que los consorcios estén liderados por empresas en ciertas áreas tecnológicas, como la industria aeroespacial, materiales y producción, transportes y TIC, mientras que el porcentaje de liderados se decanta a favor de las organizaciones no empresariales en las áreas más vinculadas a la investigación básica, como ciencias de la vida, agroindustria y medio ambiente y energía.

La relación entre el tipo de socio que lidera y el porcentaje de éxito de las propuestas por áreas tecnológicas no parece ser muy significativa, si bien se puede afirmar que las áreas con menor porcentaje de propuestas lideradas por empresas también son las que presentan menores tasas de éxito en el conjunto de la muestra (véase el Gráfico 8).

**Gráfico 8: Proyectos financiados liderados por entidades españolas (1995-2005).
Distribución por áreas tecnológicas**



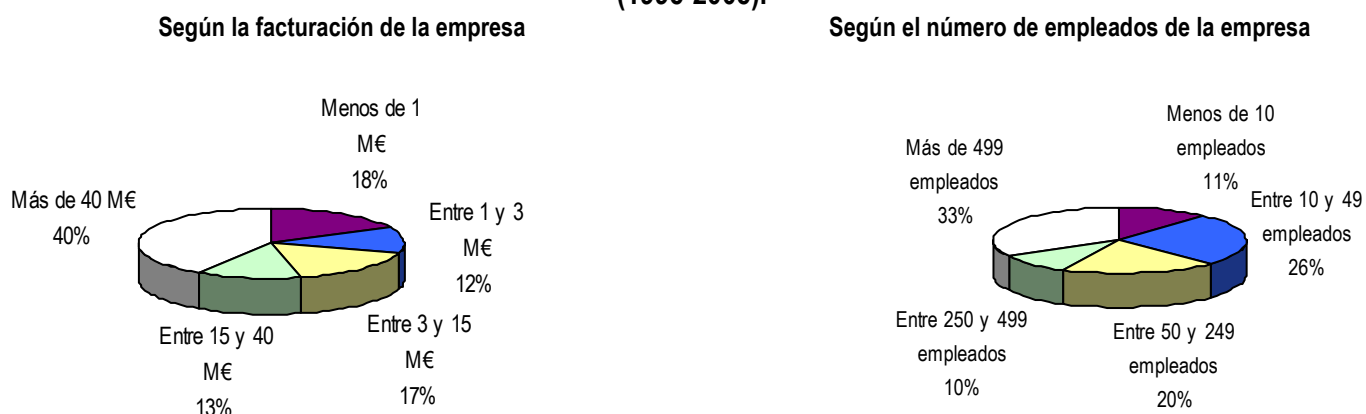
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

IV.4. DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES²¹

En el periodo comprendido entre los años 1995 y 2005, han sido 1.229 las empresas españolas que han desarrollado proyectos de I+D en consorcios internacionales financiados por el PM. Como se ha visto en secciones anteriores, el sistema de funcionamiento en este Programa permite la participación de la misma empresa en varios consorcios, al mismo tiempo que, en un mismo consorcio, pueden participar varias empresas españolas. Por esa razón, se ha considerado que la unidad de análisis más adecuada es la participación, cuyo número total asciende a 2.757.

Aproximadamente el 60% de estas participaciones corresponde a empresas que, en el momento de solicitar la ayuda, tenían menos de 250 empleados (véase Gráfico 9). Este porcentaje refleja una importante presencia de la PYME, especialmente si se tiene en cuenta que en España el porcentaje de empresas innovadoras con menos de 250 empleados supone el 31% del total (INE, 2006). Las empresas grandes también tienen un protagonismo relevante en los proyectos de I+D del PM, ya que una de cada tres participaciones se asigna a compañías que superan los 500 trabajadores. Considerando el volumen de facturación se extraen conclusiones muy similares, aunque hay que señalar que las empresas pertenecientes al tramo superior incrementan su porcentaje de participación respecto a la clasificación por número de empleados (un 40% frente a un 33%).

Gráfico 9: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005).



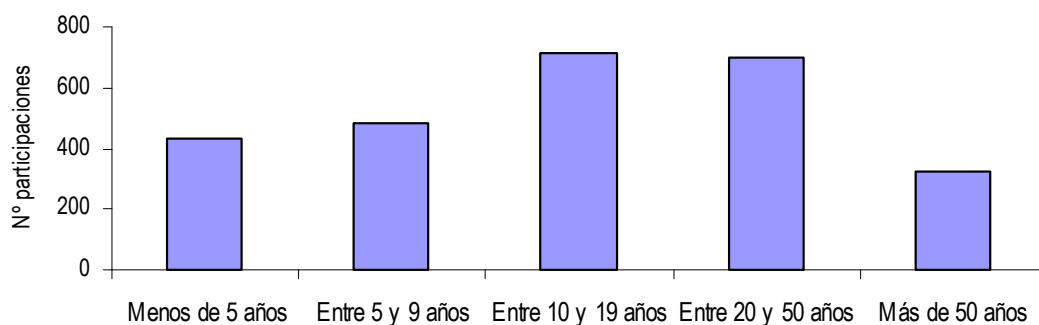
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

²¹ Ver nota 14

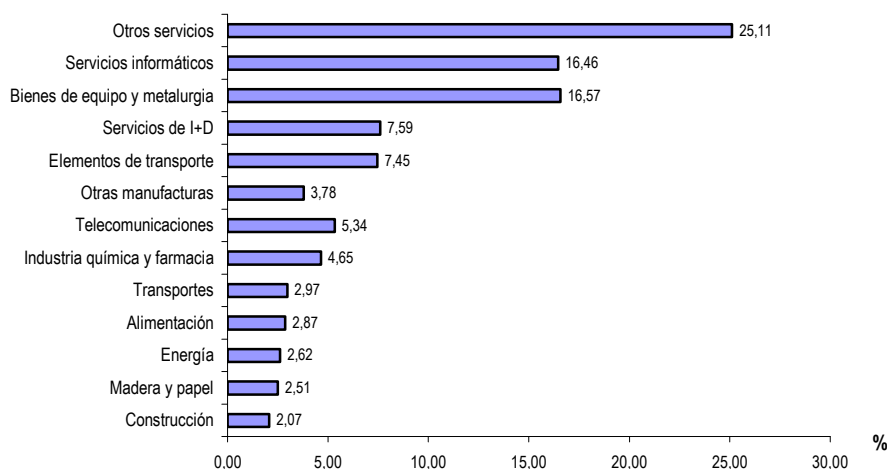
Como muestra el Gráfico 10, la trayectoria temporal de las empresas participantes es coherente con su dimensión. Así, cerca del 70% de las participaciones corresponden a empresas que, en el momento de solicitar la ayuda, llevaban más de veinte años operativas, con lo que se pueden considerar empresas maduras. Aunque sólo un 16% de la participación se concreta en empresas con menos de cinco años de vida, este dato permite identificar un grupo de sociedades que, ya durante los primeros años de funcionamiento, incorpora la cooperación tecnológica internacional en su estrategia.

Asimismo, considerando la rama de actividad de las empresas participantes, se observa en el Gráfico 11 una presencia importante de los sectores relacionados con servicios de alto contenido tecnológico (servicios de I+D, servicios informáticos y servicios de telecomunicaciones y transportes). Por su parte, la industria está representada por varios ámbitos, entre los que destacan los bienes de equipo y la metalurgia y los elementos de transporte. Es importante señalar que esta distribución sectorial está muy relacionada con los presupuestos asignados por la Comisión Europea a las diferentes prioridades temáticas.

Gráfico 10: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según la edad de la empresa en el momento de su participación

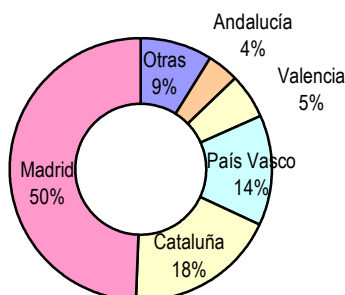


Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

Gráfico 11: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según el sector de actividad de la empresa (%) ²²

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

Una de cada dos participaciones corresponde a empresas cuyo domicilio social está situado en la Comunidad de Madrid, una proporción que dista mucho de la que registran otras regiones, como Cataluña, con el 18% de las participaciones, País Vasco, con el 14%, Valencia (5%) o Andalucía (4%). En este sentido, el Gráfico 12 recoge el mayor peso de Madrid como ubicación de la sede social de muchas empresas.

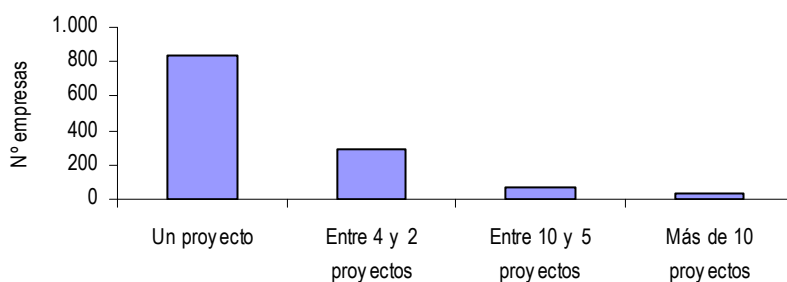
Gráfico 12: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según la ubicación geográfica de la empresa

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

²² Clasificación sectorial según agrupaciones de CNAE-93 a dos dígitos: Alimentación (01+02+05+15); Otras manufacturas (10+11+13+14+17+18+19+26+36+37); Madera y papel (20+21+22); Industria química, petroquímica y plásticos (23+24+25); Bienes de equipo y metalurgia (27+28+29+30+31+32+33); Elementos de transporte (34+35); Energía (40+41); Construcción (45); Transportes (60+61+62+63); Telecomunicaciones (64); Servicios informáticos (72); Servicios de I+D (73); Otros servicios (50+51+52+55+65+66+67+70+74+75+80+85+90+91+92).

El alcance que tiene para la empresa participar en proyectos de I+D del PM, tanto por lo que se refiere a los recursos destinados a estos proyectos, como por el planteamiento temporal de dicha participación (se trata de proyectos cuyos resultados no se comercializan, generalmente, en un corto plazo de tiempo) se refleja en el índice de repetición. Como muestra el Gráfico 13, sólo el 8% de las empresas han formado parte de más de cinco consorcios. Precisamente las empresas pertenecientes al sector servicios, donde los resultados pueden rentabilizarse en periodos más cortos y no se requieren elevadas inversiones en activos fijos, son las que mayor índice de repetición presentan (el 45% de las empresas de servicios repiten, frente al 30% de las manufactureras).

Gráfico 13: Empresas españolas participantes en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según el número de proyectos en los que participa la empresa



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CDTI/PM

Una primera aproximación a la participación empresarial española en el PM, refleja la importancia de la PYME, colectivo al que corresponde el 60% de la participación total, aunque con una fuerte presencia de las empresas grandes (una de cada tres empresas participantes tiene más de 500 empleados). Desde el punto de vista del sector económico, los servicios son los protagonistas indiscutibles, animados por el importante presupuesto dedicado a las TIC en todas las ediciones. Por esta misma razón, y quizás también por la menor exigencia de inversiones en activos fijos, las empresas de servicios acuden con más frecuencia al PM que las manufactureras: el 60% de las empresas que han participado más de una vez en proyectos de I+D pertenece al sector servicios.

A partir de este recorrido descriptivo por los aspectos contextuales que están presentes en los proyectos de I+D del PM, se abordará, a continuación, el análisis de las variables que determinan la participación de la empresa española en dichos proyectos de cooperación tecnológica internacional.

IV.5. MODELO ECONÓMÉTRICO

El objetivo de este trabajo es analizar los factores que determinan la participación de las empresas en consorcios de I+D financiados por el PM. La mayoría de estudios empíricos que han tratado de explicar la participación en programas de ayudas nacionales o internacionales disponían únicamente de información sobre los proyectos financiados y, por tanto, no podían distinguir entre la decisión de la empresa de solicitar la ayuda y la selección de la agencia correspondiente entre las distintas propuestas (véase, por ejemplo, Blanes y Busom, 2004, referida a la participación en los programas de subsidios a la I+D). Sin embargo, nuestra base de datos también incluye datos sobre las propuestas rechazadas. Teniendo esto en cuenta, podemos expresar la probabilidad de participar en un proyecto cooperativo de I+D financiado por la UE en términos de la siguiente probabilidad conjunta:

$$\begin{aligned}\Pr(\text{participación} = 1) &= \Pr(\text{solicitud} = 1, \text{concesión} = 1 \mid x) = \\ &= \Pr(\text{concesión} = 1 \mid \text{solicitud} = 1, x) \cdot \Pr(\text{solicitud} = 1 \mid x)\end{aligned}$$

Con el objeto de estimar ambas probabilidades, el modelo empírico consta de dos ecuaciones: la primera se refiere a la decisión de formar parte de una propuesta para la que se solicita financiación en el PM. Dada nuestra base de datos, las propuestas se refieren a proyectos que implican la participación de al menos una empresa española. La ecuación a estimar toma la expresión siguiente:

$$y_{1i} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{1i}^* = f(x_{1i}, \beta_1 + u_i) > 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases} \quad (1)$$

donde y_{1i}^* es una variable dependiente latente, x_{1i} representa el conjunto de variables explicativas, β_1 es el vector de coeficientes y u_i es el término de error. La empresa i decide formar parte de la propuesta si y_{1i}^* es positiva. Teniendo en cuenta la literatura previa y la disponibilidad de información, se han incluido las siguientes variables en el modelo:

$x_1 = (\text{características de la empresa; participación en el PM})$, siendo:

- *Variables relacionadas con las características de la empresa:* comunidad autónoma, proporción de activos intangibles sobre el total de activos, actividad exportadora, ratio de solvencia, sector de actividad, tamaño de la empresa, cotización en bolsa).
- *Variables relacionadas con la participación en el PM:* año de solicitud, experiencia previa en propuestas del PM, proyecto aprobado/rechazado el año anterior.

La segunda ecuación se refiere a la decisión de la agencia de conceder o no la ayuda. De nuevo, esa decisión se formaliza en términos de un modelo binario:

$$y_{2i} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{2i}^* = f(x_{2i}\beta_2 + e_i) > 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases} \quad (2)$$

donde y_{2i}^* es la variable dependiente latente, x_{2i} el conjunto de variables explicativas, β_2 el vector de coeficientes y e_i el término de error. La propuesta en la que participa la empresa i resulta aprobada si y_{2i}^* es positiva²³. Aunque la mayoría de las variables explicativas de la primera ecuación tienen dimensión de empresa, las variables en esta segunda ecuación se refieren al consorcio, ya que suponemos que la decisión de la agencia tiene en cuenta la composición y características del mismo:

x_2 = (composición del consorcio; características del proyecto; participación previa en el PM), siendo:

- *Variables relacionadas con la composición del consorcio:* tamaño del consorcio, nacionalidad del líder, participación de organismos públicos, distancia geográfica entre socios
- *Variables relacionadas con las características del proyecto:* área tecnológica, porcentaje de presupuesto asignado a cada programa específico, año de solicitud
- *Variables relacionadas con la participación previa en el PM:* experiencia española previa en proyectos financiados por el PM, proyecto aprobado/rechazado en año anterior

Estas variables se consideran estrictamente exógenas o predeterminadas.

²³ Nótese que más de una empresa española puede participar en la misma propuesta. La variable relevante en este caso es la propuesta.

IV.6. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

De acuerdo con las hipótesis de trabajo expuestas en el apartado IV.1, a continuación se describen las variables consideradas en relación a cada una de ellas²⁴.

IV.6.a. Determinantes de la participación en un consorcio

Como indicador de la capacidad de absorción de la empresa (hipótesis 1) se utiliza la proporción de inmovilizado intangible sobre el total del inmovilizado de la empresa. Si bien es verdad que, habitualmente, se relaciona la capacidad de absorción con variables de esfuerzo tecnológico, como el gasto en I+D o con variables de resultados tecnológicos de la empresa, como el número de patentes registradas, la alternativa que se propone incluye ambas variables, por lo que es válida para contrastar la hipótesis 1. Según el Plan General de Contabilidad²⁵, la cuenta de inmovilizado inmaterial incluye, entre otras, las siguientes partidas: Gastos de investigación y desarrollo; Propiedad intelectual; Fondo de comercio; Derechos de traspaso y Aplicaciones informáticas. La normativa autoriza a las empresas españolas a activar los gastos de I+D cuando se cumple una serie de condiciones que aseguran que existe una alta probabilidad de que dichos gastos van a dar lugar a beneficios futuros, es decir, se trataría de actividades de investigación aplicada o desarrollo tecnológico. El contraste de diferencia de medias confirma que la media de la proporción de inmovilizado intangible en la muestra es superior para los solicitantes dentro del PM respecto a los no solicitantes (véase el Cuadro 12)²⁶.

En relación a la capacidad tecnológica de la empresa, también se incluye un conjunto de variables dicotómicas referidas a su localización geográfica, dado que en España las mayores tasas de esfuerzo en I+D empresarial se localizan en regiones específicas.

²⁴ Nótese que, aunque se dispone de información desde 1995, la muestra empleada en las estimaciones econométricas se refiere al periodo 1999-2005, como consecuencia de la construcción de las variables que reflejan la experiencia previa en el PM (el V PM comienza en 1999).

²⁵ Plan General de Contabilidad aprobado en el *REAL DECRETO 1643/1990, de 20 de diciembre, publicado en el B.O.E. de 27 de diciembre de 1990*. Fue derogado por el nuevo Plan, aprobado en 2007. No obstante, se hace referencia al anterior para guardar la coherencia con el periodo considerado en la investigación.

²⁶ La definición exacta de las variables se recoge en el Anexo II.

La actividad exportadora de la empresa (hipótesis 2) se incluye en el modelo mediante una variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa exportó en un determinado año. Esta variable capta la situación de la empresa en mercados internacionales. Como se puede observar en el Cuadro 12, el porcentaje de exportadores entre los solicitantes es 10 puntos superior al que se obtiene entre los no solicitantes.

Cuadro 12: Características de la empresa española en la muestra: estadísticos descriptivos

Media de las variables cuantitativas:	Todas las empresas	Solicitantes	No solicitantes	t-test(*)
Ratio de solvencia	0,717	0,690	0,718	3,31 (0,0009)
Proporción de inmovilizado intangible	0,153	0,201	0,150	-10,80 (0,0000)
Frecuencias de las variables binarias (%):	Todas las empresas	Solicitantes	No solicitantes	
Experiencia previa en propuestas del PM	8,54	45,97	6,30	
Proyecto aprobado el año anterior	1,25	13,35	0,53	
Proyecto rechazado el año anterior	3,99	43,59	1,62	
Actividad exportadora	48,01	57,20	47,46	
Cotización en bolsa	1,33	4,84	1,12	
Región				
Andalucía	7,47	6,01	7,57	
Cataluña	24,08	23,35	24,12	
Galicia	3,72	3,84	1,71	
Madrid	24,21	34,36	23,60	
País Vasco	7,81	15,53	7,35	
Valencia	9,49	7,02	9,63	
Servicios de alta tecnología	7,01	24,17	5,99	
Correos y telecomunicaciones	1,16	4,40	0,97	
Actividades informáticas	4,84	14,71	4,25	
Investigación y desarrollo	1,01	5,06	0,77	
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	16,50	19,84	16,30	
Industria química	5,03	4,78	5,04	
Construcción de maquinaria y equipo mecánico	4,33	4,27	4,33	
Máquinas de oficina y equipos informáticos	0,21	0,57	0,19	
Maquinaria y material eléctrico	1,94	1,90	1,94	
Material electrónico...	1,08	2,37	1,00	
Equipo e instrumentos medico-quirúrgicos,...	0,82	1,33	0,79	
Vehículos de motor, remolques y semi-remol.	2,23	1,55	2,27	
Otro material de transporte	0,87	3,07	0,74	
Número de observaciones:	55.981	3.161	55.820	

(*): t-test=contraste de diferencia de medias para muestras distintas. P-valor entre paréntesis.

Para recoger el efecto de la experiencia previa en cooperación internacional (hipótesis 3), se utilizan tres variables ficticias de carácter dicotómico que toman, respectivamente, el valor 1 cuando la empresa española: 1) ha solicitado o ha conseguido una ayuda en la edición del PM inmediatamente anterior, 2) ha participado en un proyecto aprobado en el último año o 3) ha participado en una propuesta rechazada el año anterior.

Como puede verse en el Cuadro 12, la proporción de empresas con experiencia previa en propuestas es claramente superior entre los solicitantes respecto a los no solicitantes en las tres variables consideradas. Además, como se puede observar más adelante (Cuadro 13 del apartado IV.6.b), la presencia de empresas españolas con experiencia pasada en proyectos financiados (ya sea en la pasada edición del PM o en el último año) es mayor en las propuestas aprobadas que en las rechazadas (al menos una empresa española con propuestas rechazadas participa en el 44,65% de los proyectos aprobados).

El ratio de solvencia de la empresa se ha incluido en el modelo con el fin de captar su capacidad financiera (hipótesis 4), bajo el supuesto de que es más probable que las empresas con una menor proporción de fondos propios sobre pasivo encuentren interesante la ayuda de la UE. De hecho, la media de la ratio de solvencia entre los solicitantes de la muestra es estadísticamente menor que la de los no solicitantes (véase de nuevo el Cuadro 12).

También se tiene en cuenta si la rama principal de actividad de la empresa corresponde a un sector de servicios de alta tecnología o un sector de manufacturas de alta o media-alta tecnología de acuerdo a la clasificación de la OCDE²⁷ (hipótesis 5). Las frecuencias del Cuadro 12 reflejan una mayor presencia de estas actividades entre los solicitantes, especialmente en los servicios de alta tecnología.

Para completar el conjunto de las variables explicativas utilizadas en la primera ecuación, se considera el posible efecto del tamaño de la empresa a través de cinco variables dicotómicas que se corresponden con otras tantas agrupaciones según el número de empleados de la compañía (hipótesis 6).

²⁷ Véase la correspondencia con la clasificación NACE-2 dígitos en el Cuadro A1 del Anexo I.

Asimismo, se incluye una variable de control que refleja si la empresa cotiza o no en bolsa. Las empresas que cotizan suelen estar más consolidadas financieramente y los fondos internacionales podrían ser menos atractivos para ellas. No obstante, este tipo de empresas suelen tener procedimientos de trabajo más formalizados, siguiendo estándares de gestión de calidad internacionales y, en consecuencia, podrían encontrar menos dificultades para cumplir los requerimientos administrativos del PM y para gestionar procesos de colaboración con socios extranjeros. En nuestra muestra, la presencia en bolsa es menos frecuente entre los no solicitantes de ayudas.

IV.6.b. Determinantes de la selección por parte de la Comisión Europea

Por lo que respecta a la segunda ecuación del modelo y con el fin de captar la relevancia de la investigación básica en la propuesta (hipótesis 7), se ha introducido en el modelo la variable “Participación de organismos públicos”, que indica el porcentaje de organizaciones no-empresariales (principalmente universidades y centros públicos de investigación) sobre el número total de socios en un consorcio. No obstante, esta variable puede estar positivamente relacionada con los costes de coordinación (hipótesis 9), debido a los diferentes objetivos y métodos de trabajo que caracterizan a las empresas, por un lado, y a los centros públicos por otro. Las estadísticas del Cuadro 13 confirman que la presencia de organismos públicos es menor en las propuestas finalmente financiadas.

El efecto del tamaño del consorcio (hipótesis 8) ha sido contrastado a través del número total de socios. Por término medio, los consorcios financiados están formados por 14 socios, mientras que los no financiados tienen menos de 12.

La capacidad de coordinación (hipótesis 9), ha sido introducida en el modelo por medio de tres variables diferentes: la nacionalidad del líder, la distancia geográfica entre socios y la experiencia acumulada de las empresas españolas participantes en el consorcio.

La organización que lidera el consorcio desempeña un papel primordial en la coordinación, ya que es el socio en el que recae la mayor responsabilidad. Tanto es así que podemos suponer que la capacidad de coordinación de cada consorcio depende de la capacidad de su líder. Algunos estudios empíricos sobre los procesos de cooperación que tienen lugar en el PM (Roediger-Schluga y Barber, 2006; Breschi y Cusano, 2006), concluyen que existe un núcleo central de participantes frecuentes en proyectos financiados que, además, suelen asumir las funciones de coordinador. Es-

tos participantes más frecuentes están concentrados en un número limitado de países. Suponemos entonces que, cuando el líder del proyecto pertenece a uno de los países más dinámicos, el consorcio cuenta con socios más experimentados y, por tanto, las rutinas de coordinación serán difundidas con menos obstáculos entre todos sus integrantes. El Cuadro 13 muestra los valores medios para aquellos países más dinámicos en el PM, identificados por Caloghirou y otros (2004a).

Cuadro 13: Características del consorcio y del proyecto: estadísticos descriptivos

Medias de las variables cuantitativas	Propuestas	Propuestas financiadas	Propuestas no financiadas	t-test(*)
Tamaño del consorcio (número de socios)	12,21	14,12	11,67	-5,15 (0,0000)
Presupuesto por programa específico (%)	21,16	20,01	21,50	3,55 (0,0004)
Participación de organismos públicos (%)	49,14	45,37	50,21	5,20 (0,0000)
Distancia geográfica	0,32	0,18	0,36	7,20 (0,0000)
Frecuencias de las variables binarias (%):	Propuestas	Propuestas financiadas	Propuestas no financiadas	
Experiencia previa en proyectos del PM	23,07	26,30	22,12	
Proyecto aprobado el año anterior	13,60	16,83	12,68	
Proyecto rechazado el año anterior	44,36	44,65	44,27	
Nacionalidad del líder				
Española	31,13	32,41	30,77	
Italiana	10,52	9,04	10,94	
Alemana	11,04	13,91	10,23	
Holandesa	2,83	4,31	2,41	
Francesa	8,74	10,57	8,21	
Británica	9,97	10,71	9,76	
Área tecnológica				
Información y comunicación	44,54	36,02	46,96	
Nuevos materiales	6,18	6,26	6,16	
Energía y medio-ambiente	8,95	8,93	9,04	
Transporte	18,95	26,98	16,67	
Agro-alimentación	2,09	1,81	2,17	
Aeronáutica y espacio	3,01	6,26	2,09	
Programas de innovación	3,48	4,27	3,08	
Número de observaciones	3.251	719	2.532	

(*): t-test=contraste de diferencia de medias para muestras distintas. P-valor entre paréntesis.

Por lo que se refiere a la distancia geográfica, algunos autores (Narula, 2003) han señalado que las tecnologías de la información y el transporte han contribuido a reducir este factor de coste específico. No obstante, recientes estudios (Nagle y otros, 2007) han comprobado que la “distancia coope-

rativa", que incluye también diferencias culturales y operativas entre países, es percibida por las empresas como un obstáculo para cooperar.

Para analizar este fenómeno, hemos introducido en el modelo un índice de distancia geográfica, calculado como el porcentaje que representan dentro del consorcio los socios de Europa del norte, de Europa del este y de países no pertenecientes a la UE. Este porcentaje se multiplica por 2 o 3 si los socios proceden, respectivamente, de 2 o 3 de las áreas geográficas mencionadas. El índice permite medir tanto la presencia relativa de socios geográficamente distantes (tomando España como punto de referencia), como la heterogeneidad geográfica dentro del consorcio (nótese que la presencia en la muestra de, al menos, una empresa española está garantizada por definición). Como una primera aproximación, los estadísticos del Cuadro 13 muestran que la media del índice de distancia geográfica es inferior en el caso de las propuestas aprobadas.

El tercer elemento relacionado con la capacidad de coordinación se identifica con la experiencia previa en cooperación internacional. A través de la experiencia, las empresas optimizan sus rutinas de cooperación y también mejoran su capacidad de absorción en lo que respecta a las rutinas de otros socios. La experiencia se introduce de nuevo en la segunda ecuación de nuestro modelo a través de tres variables dicotómicas que toman valor 1 si la empresa española: 1) ha conseguido una ayuda en la edición del PM inmediatamente anterior, 2) ha participado en un proyecto aprobado en el último año o 3) ha participado en una propuesta rechazada el año anterior. Todas ellas muestran los mayores valores para las propuestas financiadas (ver Cuadro 13).

Finalmente, al incluir un conjunto de variables ficticias temporales correspondientes al año de solicitud, se considera el efecto de los cambios formales que han tenido lugar dentro del PM. Tal como se menciona en la literatura (Sinue y otros, 2006), durante el último año de cada edición se reduce el número de convocatorias y, en consecuencia, también disminuye el número de propuestas aprobadas. Además, estas variables permiten recoger el efecto de la inclusión de nuevos instrumentos financieros, como los proyectos integrados del VI PM. Con el fin de contrastar si la disponibilidad de fondos tiene un efecto determinante en la respuesta de la empresa española, se utiliza también una serie de variables de control que reflejan las diferencias presupuestarias que existen entre unas prioridades tecnológicas y otras (por ejemplo, las TIC han recibido tradicionalmente un mayor porcentaje del presupuesto).

Adicionalmente, el posible efecto atribuible a las diferencias de presupuesto entre programas se incluye en el modelo a través de una variable de control que cuantifica el presupuesto asignado al programa específico donde se presenta la propuesta, en porcentaje sobre el presupuesto total de cada edición del PM. Los estadísticos descriptivos para estas variables de control aparecen en el Cuadro 13.

IV.7. RESULTADOS A PARTIR DEL ANÁLISIS ECONÓMétrICO

En esta sección se presentan los resultados de la estimación del modelo descrito en el apartado IV.6. Como se pone de manifiesto en las ecuaciones (1) y (2), la probabilidad de participar en un proyecto cooperativo de I+D financiado por la UE se modeliza en términos de dos probabilidades diferentes. La primera de ellas se refiere a la probabilidad de que una empresa entre a formar parte de un consorcio que presenta una propuesta en el PM y la segunda a la probabilidad de que la agencia europea financie o no el proyecto. A continuación se muestran los resultados obtenidos al estimar separadamente dichas probabilidades.

IV.7.a. Determinantes de la solicitud

El Cuadro 14 resume las estimaciones del modelo que analiza la probabilidad de formar parte de un consorcio de I+D dentro del PM. Dado el carácter binario de la variable dependiente, y teniendo en cuenta la estructura de panel de los datos, se estima la especificación como un modelo *probit* de efectos aleatorios. La mayoría de las variables son estadísticamente significativas, aunque los efectos marginales son pequeños, excepto para aquellas variables que se refieren a la experiencia previa en el PM. Estos resultados estarían indicando la conveniencia de incluir en posteriores análisis variables explicativas del perfil tecnológico de las empresas.

En la columna (1) del Cuadro 14, el primer coeficiente corresponde a una variable categorial que toma valor 1 en los años 2003 a 2005 (VI PM). Esta variable alcanza un efecto negativo, aunque no es significativa. Cuando sustituimos este dato por la información desagregada que indica el año de solicitud (ver columna 2), se observa que las características específicas de la sexta edición del PM (años 2003 al 2005), en comparación con las de la quinta edición, han sido menos favorables para la empresa española, que, en consecuencia, ha solicitado ayudas en una proporción menor. Ade-

más, se confirma que las empresas tienden a presentar un menor porcentaje de propuestas durante el último año de cada edición del PM (2002), debido al menor número de convocatorias publicadas.

Cuadro 14: Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar ayudas del PM. Modelo Probit

	(1)		(2)		(3)	
	dy/dx	D. E.	dy/dx	D. E.	dy/dx	D. E.
VI FP	-0,001	0,001				
Año 2000			-0,001	0,002	-0,001	0,002
Año 2001			-0,001	0,002	-0,001	0,001
Año 2002			-0,009 ***	0,001	-0,008 ***	0,001
Año 2003			0,002	0,002	0,002	0,002
Año 2004			-0,008 ***	0,001	-0,008 ***	0,001
Año 2005			-0,008 ***	0,001	-0,007 ***	0,001
Experiencia previa en propuestas del PM	0,035 ***	0,004	0,031 ***	0,004	0,027 ***	0,003
Proyecto aprobado el año anterior	0,229 ***	0,022	0,225 ***	0,021	0,206 ***	0,021
Proyecto rechazado el año anterior	0,238 ***	0,022	0,236 ***	0,016	0,219 ***	0,016
Actividad exportadora	0,006 ***	0,001	0,005 ***	0,001	0,006 ***	0,001
Ratio de solvencia	-0,003 ***	0,001	-0,003 ***	0,001	-0,002 ***	0,001
Proporción activos intangibles	0,006 ***	0,002	0,006 ***	0,002	0,004 **	0,002
Cotización en bolsa	0,038 ***	0,010	0,037 ***	0,010	0,032 ***	0,009
Tamaño de la empresa (nº de empleados)						
De 10 a 49	-0,008 ***	0,001	-0,008 ***	0,001	-0,007 ***	0,001
De 50 a 99	-0,012 ***	0,001	-0,012 ***	0,001	-0,010 ***	0,001
De 100 a 199	-0,013 ***	0,001	-0,013 ***	0,001	-0,011 ***	0,001
Más de 200	-0,017 ***	0,002	-0,016 ***	0,002	-0,014 ***	0,002
Región						
País Vasco	0,024 ***	0,004	0,023 ***	0,004	0,019 ***	0,003
Cataluña	0,006 ***	0,002	0,006 ***	0,002	0,006 ***	0,002
Madrid	0,009 ***	0,002	0,009 ***	0,002	0,006 ***	0,002
Valencia	0,007 ***	0,003	0,006 ***	0,003	0,006 ***	0,002
Sigma_u	0,552	0,028	0,567	0,026	0,560	0,028
Rho	0,233	0,018	0,244	0,017	0,238	0,018
Log. Función verosimilitud	-7.700,25		-7.628,29		-7.537,18	
Número de observaciones	55.981		55.981		55.981	

D. E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%***, 5%***, 10%*. Todas las regresiones incluyen la constante. Se excluyen las variables dicotómicas correspondientes a empresas con menos de 10 empleados y al año 1999. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. Los resultados detallados se muestran en los Cuadros A.III.1, A.III.2 y A.III.3 del Anexo III.

**Cuadro 14 (cont.): Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar ayudas del PM.
Modelo *Probit***

	(1)			(2)			(3)		
	dy/dx		D. E.	dy/dx		D. E.	dy/dx		D. E.
Servicios de alta tecnología	0,039 ***		0,005	0,038 ***		0,005			
Correos y telecomunicaciones							0,065 ***		0,014
Actividades informáticas							0,039 ***		0,006
Investigación y desarrollo							0,082 ***		0,016
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	0,003 *		0,002	0,003 *		0,001			
Industria química							0,003		0,003
Construcción de maquinaria y equipo mec,							0,001		0,003
Máquinas de oficina y equipos informáticos							0,034 **		0,023
Maquinaria y material eléctrico							0,004		0,004
Material electrónico...							0,017 ***		0,008
Equipo e instrumentos medico-quirúrgicos,...							0,013 **		0,008
Vehículos de motor, remolques y semi-rem...							0,001		0,004
Otro material de transporte							0,041 ***		0,013
Otros sectores									
Confección, cuero y calzado (CNAE 18 y 19)							0,014 **		0,008
Edición y artes gráficas (CNAE 22)							0,012 **		0,006
Energía (CNAE 40 y 41)							0,042 ***		0,012
Hostelería (CNAE 55)							-0,014 ***		0,001
Servicios a empresas (CNAE 74)							0,013 ***		0,002
Administración pública y defensa (CNAE 75)							0,121 ***		0,071
Educación (CNAE 80)							0,033 ***		0,012
Sigma_u	0,552		0,028	0,567		0,026	0,560		0,028
Rho	0,233		0,018	0,244		0,017	0,238		0,018
Log. Función verosimilitud	-7.700,25			-7.628,29			-7.537,18		
Número de observaciones	55.981			55.981			55.981		

D. E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%***, 5%***, 10%*. Todas las regresiones incluyen la constante. Se excluyen las variables dicotómicas correspondientes a empresas con menos de 10 empleados y al año 1999. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. Los resultados detallados se muestran en los Cuadros A.III.1, A.III.2 y A.III.3 del Anexo III.

Como habíamos supuesto, la experiencia previa en la presentación de propuestas de PM incrementa la probabilidad de solicitar en la siguiente edición y en mayor medida si dicha experiencia tuvo lugar en el año inmediatamente anterior, confirmando la validez de nuestra tercera hipótesis. El efecto de la experiencia previa es ligeramente superior cuando el proyecto presentado fue rechazado en lugar de aprobado. Este hecho demuestra que las empresas tratan de rentabilizar el coste que supone presentar una propuesta en el PM por medio de sucesivos intentos en las diferentes convocatorias que la CE publica. En este proceso de aprendizaje a partir del fracaso (o "*learning-by-failing*") la empresa va acumulando una valiosa experiencia.

El resto de las variables explicativas muestran, en general, el efecto esperado. Las empresas exportadoras, que cotizan en bolsa y que mantienen una mayor proporción de activos intangibles son también más propensas a solicitar ayudas, mientras que la ratio de solvencia se relaciona negativamente con la probabilidad de participar en el proyecto de cooperación. Con respecto a los indicadores geográficos, las empresas localizadas en Cataluña, Madrid, el País Vasco y Valencia muestran mayores probabilidades de presentar una propuesta, lo que es coherente con la mayor concentración de empresas tecnológicas en dichas regiones.

Las empresas que desarrollan actividades de alta o media-alta tecnología son también más propensas a convertirse en solicitantes, sobre todo en el caso de los servicios de alta tecnología, confirmando lo observado en el análisis descriptivo. Las estimaciones de la columna (3) del Cuadro 14 (cont.) muestran que la presencia de solicitantes es especialmente importante en las actividades encuadradas en la categoría de Servicios de alta tecnología. La probabilidad de participar en una propuesta se incrementa en un 6,5% para las empresas de el sector de Correos y telecomunicaciones, en un 3,9% en Actividades informáticas y en un 8,2 para las compañías de servicios de I+D. En cuanto a las industrias de alta y media alta tecnología, los sectores más propensos a solicitar son Máquinas de oficina y equipos informáticos (la probabilidad se incrementa un 3,4%); Material electrónico (incremento del 1,7%); Equipo e instrumentos (incremento del 1,3%) y Otro material de transporte (4,1%).

Además de estos sectores de intensidad tecnológica alta o media, se confirma que el desempeño de otras actividades económicas también puede favorecer la probabilidad de solicitar ayudas en el PM. Este sería el caso de algunas industrias para las que es esencial la aplicación de los avances en TIC, como edición y artes gráficas o administración pública y defensa y educación. Otras industrias tienden a participar en los consorcios como usuarios de diversas tecnologías de producción, como ocurre en Confección, cuero y calzado. Finalmente, hay que destacar el papel del sector de servicios a empresas, donde están incluidas actividades de consultoría técnica que pueden prestar un apoyo importante en los consorcios de cooperación tecnológica. Por lo que se refiere a la industria energética, hay que recordar que la cuarta y la quinta edición del PM incluían programas específicos para el desarrollo de sistemas energéticos sostenibles, lo que ha incrementado las posibilidades de participar en el PM para estas empresas.

El efecto del tamaño empresarial requiere una explicación más detallada. Los coeficientes del conjunto de variables categoriales de tamaño indican un impacto negativo del tamaño sobre la probabilidad de solicitud, lo que parece contradecir nuestra hipótesis 6. Sin embargo, ello podría estar reflejando el hecho de que nuestra muestra de control está sesgada hacia las empresas grandes, que se eligen sobre una base censal, mientras que las empresas con un número de empleados entre 10 y 200 se seleccionan utilizando un esquema aleatorio. Para estudiar esta cuestión, las estimaciones de los Cuadros 15 y 15 (cont.) se han realizado separando la muestra en dos sub-muestras, una para las empresas pequeñas y medianas (PYME) y otra para las empresas con más de 200 trabajadores (empresas grandes). De acuerdo a este criterio, los resultados permiten establecer que el tamaño tiene, de hecho, un efecto negativo sobre la decisión de solicitud de las PYME, mientras que el impacto es el opuesto en el caso de las empresas grandes. Esta relación no lineal entre el tamaño y la probabilidad de solicitud dentro del PM podría estar reflejando la labor del CDTI para estimular la participación de las empresas pequeñas en este programa. En este sentido, hay que señalar que en 2003 se lanzó la red PYMEERA, con el objetivo de promover la participación de las PYME en el PM. En esta red participan organizaciones de todas las comunidades autónomas y el CDTI, como punto nacional de contacto del PM en España.

Los resultados de los Cuadros 14 y 14 (cont.) aportan nuevas interpretaciones sobre las diferencias en el comportamiento empresarial según el tamaño. Nótese que la ratio de solvencia es significativa sólo en el caso de las empresas grandes, mientras que la proporción de activos intangibles incrementa la probabilidad de solicitud de las PYME, pero no la de las grandes. Esta evidencia podría confirmar que los activos intangibles permiten a las PYME internalizar los beneficios de la cooperación, mejorando su capacidad de absorción del nuevo conocimiento, mientras que las empresas grandes podrían conseguir estos beneficios fortaleciendo su posición financiera, necesaria para involucrarse en proyectos de mayor dimensión. Asimismo, la presencia en bolsa es irrelevante en el caso de las PYME. Este efecto es coherente con el hecho de que, en la economía española, la mayoría de compañías que cotizan en bolsa son de tamaño más grande.

Aunque la experiencia previa en el PM es significativa para ambas sub-muestras, conviene resaltar que la experiencia a largo plazo, medida como la participación en la pasada edición del PM, tiene un mayor efecto positivo en las empresas grandes, mientras que la experiencia a corto plazo, es decir,

la participación durante el año inmediatamente anterior, incrementa en una mayor proporción la probabilidad de presentar propuestas para el colectivo de las PYME.

Cuadro 15: Determinantes de la decisión de participar en el PM según el tamaño de la empresa. Modelo Probit

	PYME		Empresas grandes	
	dy/dx	Std. E.	dy/dx	Std. E.
Año 2000	-0,003	0,002	0,002	0,003
Año 2001	-0,002	0,002	0,0004	0,003
Año 2002	-0,010 ***	0,002	-0,006 ***	0,002
Año 2003	0,002	0,003	0,003	0,003
Año 2004	-0,009 ***	0,002	-0,005 **	0,002
Año 2005	-0,008 ***	0,002	-0,006 ***	0,002
Experiencia previa en propuestas del PM	0,016 ***	0,003	0,037 ***	0,006
Proyecto aprobado el año anterior	0,287 ***	0,031	0,118 ***	0,024
Proyecto rechazado el año anterior	0,269 ***	0,021	0,151 ***	0,023
Actividad exportadora	0,003 **	0,002	0,009 ***	0,002
Ratio de solvencia	-0,002	0,001	-0,003 **	0,001
Proporción activos intangibles	0,008 ***	0,003	-0,0001	0,003
Cotización en bolsa	0,003	0,009	0,019 ***	0,007
Tamaño de la empresa	-0,004 ***	0,001	0,006 ***	0,001
Región				
País Vasco	0,025 ***	0,005	0,010 ***	0,004
Cataluña	0,007 ***	0,002	0,003 *	0,002
Madrid	0,004 ***	0,002	0,004 **	0,002
Valencia	0,007 **	0,003	0,005 *	0,004
Sigma_u	0,580	0,031	0,496	0,048
Rho	0,251	0,020	0,198	0,031
Log. función verosimilitud	-4.830,47		-2.605,48	
Número de observaciones	33.953		22.028	

D. E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%***, 5%***, 10%*. Todas las regresiones incluyen la constante. Se excluye la variable dicotómica correspondiente al año 1999. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. Los resultados detallados se encuentran en los Cuadros A.III.4 y A.III.5 del Anexo III.

Cuadro 15 (cont.): Determinantes de la decisión de participar en el PM según el tamaño de la empresa. Modelo *Probit*

	PYME		Empresas grandes	
	dy/dx	Std. E.	dy/dx	Std. E.
Servicios de alta tecnología				
Correos y telecomunicaciones	0,051 ***	0,017	0,069 ***	0,019
Actividades informáticas	0,040 ***	0,007	0,042 ***	0,011
Investigación y desarrollo	0,086 ***	0,018	0,112 ***	0,063
Manufacturas de alta y media-alta tecnología				
Química	0,003	0,004	0,006 *	0,004
Construcción de maquinaria y equipo mecánico	0,001	0,003	0,010 **	0,006
Máquinas de oficina y equipos informáticos	0,023	0,024	0,080 **	0,063
Maquinaria y material eléctrico	0,003	0,006	0,004	0,005
Material electrónico...	0,012	0,010	0,028 ***	0,014
Equipo e instrumentos medico-quirúrgicos,...	0,016 **	0,011	0,009	0,015
Vehículos de motor, remolques y semi-remolques	-0,004	0,005	-0,0004	0,003
Otro material de transporte	0,036 ***	0,017	0,034 ***	0,015
Otros sectores				
Confección, cuero y calzado (CNAE 18 y 19)	0,025 ***	0,013	-	
Edición y artes gráficas (CNAE 22)	0,028 ***	0,012	0,0004	0,005
Energía (CNAE 40 y 41)	0,033 ***	0,019	0,035 ***	0,013
Hostelería (CNAE 55)	-		-0,010 ***	0,002
Servicios a empresas (CNAE 74)	0,024 ***	0,004	0,003	0,002
Administración pública y defensa (CNAE 75)	0,151 ***	0,086	-	
Educación (CNAE 80)	0,039 ***	0,014	0,017	0,020
Sigma_u	0,580	0,031	0,496	0,048
Rho	0,251	0,020	0,198	0,031
Log. función verosimilitud	-4.830,47		-2.605,48	
Número de observaciones	33.953		22.028	

D. E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%***, 5%***, 10%*. Todas las regresiones incluyen la constante. Se excluye la variable dicotómica correspondiente al año 1999. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. Los resultados detallados se encuentran en los Cuadros A.III.4 y A.III.5 del Anexo III.

Con respecto a la rama de actividad (ver Cuadro 15 cont.), la pertenencia a los sectores de Servicios de alta tecnología favorece la participación de PYME y grandes empresas, mientras que las variables que representan a los sectores manufactureros ofrecen resultados distintos. En el colectivo de PYME sólo aparece un efecto positivo asociado a Equipos e instrumentos (1,6% de incremento en la probabilidad de solicitar) y en Otro material de transporte (incremento del 3,6%). Sin embargo, en el colectivo de grandes empresas, los resultados muestran que las compañías que operan en Maquinaria mecánica, Máquina de oficina y equipos informáticos, Material electrónico y Otro material de transporte son las más propensas a solicitar.

Teniendo en cuenta el colectivo de “Otros sectores”, se observa que la probabilidad de solicitar financiación se incrementa entre un 2,4% y un 15,1% para las PYME que operan en otros sectores no considerados de alta tecnología, como Confección, cuero y calzado; Edición y artes gráficas; Energía; Servicios empresas; Administración pública y Educación. Sin embargo, sólo las empresas grandes que operan en el sector de Energía se benefician de una mayor propensión a solicitar. Destaca también el efecto negativo de la variable sectorial de Hostelería en el caso de las grandes compañías, mientras que este efecto no se ha podido analizar en las pequeñas porque no constan solicitantes dentro de este sector.

El resto de variables explicativas mantienen sus impactos respecto al Cuadro 14 y exhiben efectos similares en ambos grupos de empresas.

IV.7.b. Determinantes de la concesión

El Cuadro 16 muestra los resultados obtenidos a partir de la estimación del modelo cuya variable dependiente es la probabilidad de concesión de la ayuda solicitada y la información se trata como un *pool*²⁸.

El análisis econométrico muestra que la presencia de organismos públicos en un consorcio es una variable significativa en nuestro modelo, aunque con un efecto negativo sobre la viabilidad de la propuesta. Estos resultados contradicen la idea de que la presencia de organismos públicos funciona como un indicador de la excelencia de la propuesta. Por el contrario, esta variable podría captar otros efectos, como los costes de coordinación generados por la confluencia en un mismo grupo de trabajo de rutinas propias de dos ámbitos distintos, como son la empresa y los centros públicos. A este respecto, habría que recordar que, aunque la excelencia científica es un factor primordial para la Comisión Europea, no lo son menos las actividades de aplicación y explotación incluidas en la propuesta (Comisión Europea, 2002). El signo negativo de esta variable podría indicar que aquellos

²⁸ También se ha realizado la estimación del modelo probit de efectos aleatorios, que tiene en cuenta que la misma empresa española puede participar en diferentes propuestas durante el periodo. El supuesto que subyace a esta segunda estimación es que la composición del consorcio en el que participa la misma empresa española tiene mayor probabilidad de ser constante. Por tanto, estaríamos controlando por la presencia de efectos de consorcio. Sin embargo, en ambas estimaciones los resultados son similares, lo que sugiere que esta corrección no es muy importante en nuestra muestra.

consorcios con una presencia no equilibrada de organismos públicos y empresas tienen una menor probabilidad de ser financiados.

Como se ha mencionado anteriormente, el efecto del tamaño del consorcio (hipótesis 8) ha sido testado mediante el número total de socios que lo integran²⁹. Para tratar de captar la existencia de un tamaño óptimo, basado en una relación no lineal de las variables, se ha introducido también en el modelo el número de socios al cuadrado. Sin embargo, la existencia de este tamaño óptimo no puede ser confirmada por nuestro modelo. Según aparece en el Cuadro 16, la incorporación de un nuevo socio incrementa la probabilidad de recibir la ayuda financiera en un 16% y el tamaño al cuadrado no resulta una variable significativa. Así pues, los costes de coordinación asociados al tamaño del consorcio parecen estar contrarrestados por la necesaria diversidad tecnológica del equipo investigador, ya que el número de socios tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de concesión. Este hecho podría ser consecuencia de los objetivos más ambiciosos perseguidos por la sexta edición del PM, que introdujo la figura de los proyectos integrados para dar cobertura a consorcios de mayor tamaño y proyectos de mayor envergadura. Teniendo en cuenta que las empresas españolas muestran una menor probabilidad de participar en el VI PM, parece claro que aquellas empresas involucradas en consorcios de mayor envergadura han logrado superar las barreras que introdujo esta sexta edición.

En cuanto a las capacidades de coordinación (hipótesis 9), en el Cuadro 16 se observa que la probabilidad de que una propuesta sea financiada es mayor cuando el líder es español, holandés o alemán. De acuerdo con estos resultados, se puede concluir que las capacidades de coordinación del líder son altamente valoradas por la Comisión Europea de cara a asegurar una correcta generación de conocimiento dentro del consorcio y su posterior explotación en el mercado. En concreto, las empresas españolas que participan en consorcios liderados por una organización holandesa o alemana (países que son muy activos en el PM y por lo tanto tienen un mayor dominio de las rutinas de colaboración), tienen una mayor probabilidad de recibir financiación.

²⁹ Se han realizado estimaciones introduciendo también el presupuesto total del proyecto, pero se ha desechado esta posibilidad debido a la alta correlación que existe entre esta variable y el número de miembros del consorcio.

Cuadro 16: Determinantes de la concesión de la ayuda en el PM. Modelo Probit

	dy/dx	Std. E.
Año de la solicitud		
Año 2000	-0,002	0,024
Año 2001	0,012	0,025
Año 2002	0,015	0,028
Año 2003	-0,112 ***	0,032
Año 2004	-0,083 **	0,036
Año 2005	-0,032	0,040
Participación de organismos públicos	-0,136 ***	0,037
Tamaño (del consorcio)	0,158 **	0,075
Tamaño al cuadrado	0,005	0,015
Presupuesto por programa específico (%)	-0,005	0,004
Nacionalidad del líder		
Británica	0,025	0,028
Holandesa	0,117 **	0,053
Francesa	0,026	0,029
Alemana	0,074 ***	0,029
Italiana	-0,023	0,025
Española	0,075 ***	0,021
Área tecnológica		
Aeronáutica y espacio	0,203 ***	0,074
Agro-alimentación	-0,014	0,065
Energía y medio-ambiente	0,020	0,053
Información y comunicación	0,077 *	0,046
Programas de innovación	0,113	0,089
Nuevos materiales	0,048	0,051
Transporte	0,115 ***	0,034
Distancia geográfica	-0,245 ***	0,024
Experiencia previa en proyectos del PM	0,017	0,017
Proyecto aprobado el año anterior	0,052 **	0,025
Proyecto rechazado el año anterior	0,027 *	0,016
Pseudo-R2	0,11	
Log. función verosimilitud	-1.536,72	
Número de observaciones	3.251	

D. E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%***, 5%** , 10%*. Todas las regresiones incluyen la constante. Se excluyen las variables dicotómicas correspondientes a empresas con menos de 10 empleados y al año 1999. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. Los resultados detallados se muestran en los Cuadros A.III.6.

En cuanto al liderazgo español, su efecto puede estar sobreestimado, dado que solo se consideran propuestas que incluyan empresas españolas entre sus participantes. En cualquier caso, se confirma que, con este condicionante, las propuestas coordinadas por organizaciones españolas (públicas o privadas) tienen una mayor probabilidad de ser financiadas que aquellas lideradas por organizaciones extranjeras, excepto si se trata de líderes holandeses o alemanes. Esto refuerza la idea de que la proximidad geográfica y cultural respecto al líder facilita la implementación de rutinas de coordinación para las empresas españolas.

Por el contrario, la cooperación con países distantes geográficamente respecto a España disminuye la probabilidad de que el consorcio sea financiado. Probablemente, los costes de coordinación asociados a esta distancia geográfica estén recogiendo también las diferencias culturales entre socios españoles y aquellos procedentes de las zonas más alejadas.

En cuanto al efecto de la experiencia previa, nuestro modelo confirma que la probabilidad de participar en un consorcio financiado por el PM es mayor cuando la empresa española ha participado en un proyecto durante el año inmediatamente anterior, incluso cuando dicho proyecto hubiera sido rechazado. Parece evidente que tanto el aprendizaje por medio de la experiencia (*learning-by-doing*) como por medio del fracaso (*learning-by-failing*) son factores relevantes a la hora de explicar cómo la empresa española construye capital relacional y mejora sus rutinas de cooperación. La complejidad de los procedimientos de trabajo en el PM otorga más relevancia, aún si cabe, a este proceso de aprendizaje.

De acuerdo con Marín y Siotis (2002), el PM da prioridad a ciertas áreas tecnológicas como las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (la mayoría del presupuesto total se asigna a este campo). El análisis empírico permite confirmar este hecho para el caso de las empresas españolas, dado que las variables relacionadas con determinadas áreas, como son las TIC, los transportes y las tecnologías aeronáuticas, son estadísticamente significativas. Sin embargo, la variable "Presupuesto por programa específico" no es significativa, lo que demuestra que la probabilidad de ser financiado no depende de los mayores fondos disponibles en un programa determinado.

Estos resultados parecen confirmar que la capacidad de respuesta de las empresas españolas ante las oportunidades que ofrece el PM está más condicionada por la necesidad de coordinar sus estra-

tegias de I+D con las prioridades tecnológicas de la Comisión Europea que por la mayor o menor disponibilidad de fondos públicos. Así pues, las empresas pertenecientes a los sectores mencionados (TIC, transportes y aeronáutica), muestran una mayor capacidad para adecuar sus líneas de investigación a los objetivos perseguidos por la CE.

Esta capacidad de respuesta puede analizarse también desde una perspectiva dinámica, teniendo en cuenta la introducción de nuevos instrumentos y prioridades tecnológicas en el PM. Como ya se confirmó en apartados anteriores (ver Cuadro 14), los planteamientos más ambiciosos del VI PM tuvieron un efecto negativo en la empresa española a la hora de presentar propuestas. En el Cuadro 16, las variables que recogen el año de solicitud son significativas para 2003 y 2004, lo que demuestra que, en esta sexta edición, las empresas españolas que presentaron propuestas tuvieron mayores dificultades para adaptar sus estrategias de I+D a las prioridades establecidas por la EC y, por lo tanto, la probabilidad de obtener financiación también disminuyó.

El Cuadro 17 resumen las variables introducidas en el modelo, su relación con las hipótesis teóricas planteadas en esta investigación y los resultados obtenidos para cada una de ellas.

Cuadro 17: Hipótesis, variables y resultados

Hipótesis	Variables	Efecto esperado	Efecto obtenido
Hipótesis 1	Proporción del inmovilizado intangible	+	+
	Comunidad Autónoma		
	Cataluña	+	+
	Madrid	+	+
	País Vasco	+	+
	Valencia	+	+
Hipótesis 2	Actividad exportadora	+	+
Hipótesis 3	Experiencia previa en propuestas del PM	+	+
	Experiencia previa en proyectos del PM	+	+
	Proyecto aprobado el año anterior	+	+
	Proyecto rechazado el año anterior	+	+
Hipótesis 4	Ratio de solvencia	-	-
Hipótesis 5	Manufacturas de alta o media tecnología	+	+
	Servicios de alta o media tecnología	+	+
	Otros sectores	-	+
Hipótesis 6	Tamaño de la empresa	+	-
Hipótesis 7	Participación de organismos no empresariales	+	-
Hipótesis 8	Tamaño del consorcio	-	+
Hipótesis 9	Nacionalidad del líder		
	Alemania	+	+
	España	+	+
	Francia	+	n.s.
	Holanda	+	+
	Gran Bretaña	+	n.s.
	Italia	+	n.s.
	Distancia geográfica	-	-
	Variables de experiencia previa (hipótesis 3)	+	+

IV.8. CONCLUSIONES

Con el objetivo de analizar los factores que determinan la participación de la empresa española en consorcios de I+D financiados por el PM de la UE, se ha tenido en cuenta que la probabilidad de participar es el resultado de dos pasos. En primer lugar, la empresa decide tomar parte en la propuesta de colaboración. En segundo lugar, el proyecto es evaluado por la agencia, que aprueba su financiación o la rechaza.

En consecuencia, se han formulado hipótesis teóricas para cada uno de los dos pasos considerados y se han llevado a cabo estimaciones econométricas que determinan, por un lado, los factores que inciden en la probabilidad de formar parte de un consorcio que solicita ayuda en el PM y, por otro lado, los factores que influyen en la probabilidad de recibir dicha ayuda. Así, el modelo empírico consta de dos ecuaciones que estiman cada una de estas dos probabilidades.

En la especificación del modelo se consideran tres tipos distintos de determinantes potenciales: 1) variables que caracterizan la situación tecnológica y financiera de la empresa española solicitante; 2) variables que reflejan las características del consorcio, y 3) indicadores de la experiencia previa en colaboración tecnológica internacional. Estas variables se han construido a partir de la información contenida en dos fuentes de datos previamente enlazadas: la base CDTI-PM y la base SABI. La primera de ellas incluye información sobre todas las propuestas, finalmente aprobadas o no, en las que participa al menos una empresa española desde 1995. La segunda contiene las cuentas de más de un 1.000.000 de empresas españolas correspondientes al periodo 1995-2005. De ellas, se ha procedido a seleccionar mediante un sistema aleatorio una muestra de control, de forma que, finalmente, se dispone de un panel incompleto de aproximadamente 10.000 empresas.

Teniendo en cuenta esta estructura de panel de los datos, la estimación de los determinantes de la solicitud dentro del PM permite confirmar que, tal y como se esperaba, la capacidad tecnológica de la empresa, representada mediante su proporción de inmovilizado intangible, su pertenencia a un sector de alta o media-alta tecnología y su localización en una región de alta intensidad tecnológica, incrementan la probabilidad de participar en consorcios de I+D.

La evidencia empírica también refleja que los exportadores tienen más propensión a solicitar, lo que es coherente con la idea de que la actividad exportadora y la cooperación internacional están relacionadas en el ámbito de la estrategia de internacionalización de la empresa y que los exportadores encuentran con mayor facilidad socios adecuados para acometer procesos de cooperación tecnológica.

El tamaño empresarial tiene un impacto no lineal sobre la probabilidad de solicitud. Dentro del colectivo de las PYME, un mayor tamaño reduce esta probabilidad, mientras que el efecto es el contrario sobre las empresas grandes. El papel del CDTI, que durante los últimos años ha hecho un esfuerzo importante para estimular la participación de las pequeñas empresas, podría explicar esta regularidad.

En cuanto a las empresas grandes, la cotización en bolsa tiene un impacto positivo sobre su probabilidad de solicitar la ayuda. Esto puede explicarse por los procedimientos de trabajo más formalizados y estandarizados que suelen existir en este tipo de empresas, facilitando la coordinación entre socios internacionales y el cumplimiento de los trámites administrativos vigentes en el PM.

Con respecto a la concesión de la ayuda, la evidencia empírica muestra que las variables que recogen el acceso a información y los costes de coordinación entre los miembros del consorcio tienen un efecto significativo en la probabilidad de recibir financiación de la CE.

La selección de socios como variable que refleja el acceso de la empresa española a información relevante, resulta significativa en la figura del coordinador del consorcio. Así, las propuestas coordinadas por socios procedentes de países activos en el PM, como es el caso de Holanda y Alemania, tienen una mayor probabilidad de ser aprobadas. Esta probabilidad también se incrementa cuando el coordinador es español (entidad pública o privada), probablemente debido a los menores costes de coordinación existentes entre organizaciones del mismo país.

De hecho, la distancia geográfica de la empresa española respecto a aquellos socios situados Europa del Norte, Europa del Este o en países no europeos, incrementa los costes de coordinación y disminuye la probabilidad de que el consorcio obtenga financiación.

El resto de variables que recogen los costes de coordinación, tales como el tamaño del consorcio y la presencia de organismos públicos, son significativos pero con signo contrario. Mientras que el tamaño del consorcio tiene un efecto positivo en la viabilidad de la propuesta, la mayor presencia de organismos públicos reduce proporcionalmente la probabilidad de que el consorcio reciba financiación. Por lo tanto la Comisión Europea reconoce las ventajas de un mayor número de socios en los consorcios (especialmente en aquellos que responden a la figura de los proyectos integrados, con el fin de alcanzar una dimensión apropiada para abordar líneas de investigación más ambiciosas), al tiempo que una colaboración público-privada equilibrada y coherente con los objetivos del proyecto se considera un factor positivo a la hora de evaluar su calidad.

Los efectos negativos que provienen de la existencia de elevados costes de coordinación, se pueden neutralizar en cierta medida gracias a la experiencia previa en procesos de cooperación tecnológica. Nuestro modelo confirma que la probabilidad de participar en un consorcio financiado es mayor cuando la empresa española ha participado en una propuesta presentada el año inmediatamente anterior, incluso si dicha propuesta fue denegada. Parece claro que las empresas españolas se benefician de los procesos de aprendizaje a partir de la práctica (*learning-by-doing*), donde quedan incluidos los intentos fallidos (*learning-by-failing*).

El componente estratégico de la cooperación internacional en I+D queda explicado por las variables de oportunidad tecnológica y oportunidad financiera que introduce el modelo. Así, en el contexto del PM, la capacidad de respuesta de la empresa española depende de su habilidad para armonizar las líneas de I+D propias con las prioridades tecnológicas de la CE (oportunidad tecnológica) y no de la mayor o menor disponibilidad de fondos públicos en un determinado programa (oportunidad financiera). Es decir, no por existir mayores dotaciones presupuestarias en un programa específico aumenta la probabilidad que tiene la empresa española de obtener financiación si su proyecto se presenta en dicho programa. Sin embargo, esta probabilidad aumenta significativamente cuando las propuestas se presentan en determinadas áreas tecnológicas, como son TIC, transportes y aeronáutica. Hay indicios que muestran que las empresas españolas que realizan actividades de I+D en dichas áreas han desarrollado una mayor capacidad de respuesta en el contexto de la cooperación tecnológica internacional.

V. LA ACTIVIDAD DE I+D+I CORPORATIVA Y LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA MARCO: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS

El análisis descriptivo de la participación de la empresa española en el PM, expuesto con detalle en el capítulo IV.3 de esta tesis, refleja que la tasa media de éxito de las propuestas presentadas en este programa es del 23%, es decir, aproximadamente una de cada cuatro solicitudes es financiada por la Comisión Europea. O, lo que es lo mismo, tres de cada cuatro solicitudes son rechazadas. La alta probabilidad de no tener éxito en el PM justifica la necesidad de ahondar en el conocimiento de los factores que son comunes a las empresas que consiguen su objetivo. En el capítulo IV se han analizado dichos factores, teniendo en cuenta que la probabilidad de obtener ayuda depende de la probabilidad de solicitar y de la probabilidad de ser seleccionado por la Comisión Europea, una vez que se solicita la ayuda.

El trabajo de investigación que se presenta a continuación pretende ampliar el conocimiento sobre las características de las empresas con éxito en el PM, tomando esta vez como muestra de control empresas que colaboran en I+D fuera del contexto de este programa. Se intenta identificar, de este modo, los rasgos más favorables a un tipo de cooperación específico, como es el que tiene lugar en el PM. Para este fin, se propone una serie de hipótesis teóricas que serán contrastadas a partir de un modelo empírico utilizando datos referidos a la actividad I+D+I de la empresa y a ciertas características económico-financieras.

Haciendo referencia a los objetivos planteados en la introducción de esta investigación, en este capítulo se dará respuesta a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué características de la actividad de I+D de la empresa se asocian con una mayor probabilidad de que ésta participe en consorcios financiados por el PM en comparación con otras alternativas de cooperación?
2. ¿Qué características de la actividad de I+D de la empresa se asocian con una mayor probabilidad de que ésta participe en consorcios financiados por el PM en comparación con otras alternativas de cooperación internacional?

V.1. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE TRABAJO

Tal y como se ha explicado en el capítulo II, la literatura sobre cooperación tecnológica ofrece una serie de enfoques teóricos que explican por qué una empresa coopera. Asimismo, algunas corrientes de estudio se han centrado en el caso concreto de la cooperación tecnológica internacional. Los procesos de cooperación que tienen lugar en el Programa Marco de la Unión Europea han sido una de las fuentes de información utilizadas en las investigaciones empíricas, aunque las peculiares características de este programa hacen necesario conocerlo en detalle antes de elaborar proposiciones teóricas o interpretar resultados empíricos.

Así pues, el marco teórico en el que se basa la formulación de nuestras hipótesis tendrá en cuenta, además de la literatura sobre cooperación tecnológica, las características específicas del PM. Este enfoque permite, por un lado, analizar si las variables que explican la cooperación tecnológica en general, no pierden su poder explicativo cuando comparamos empresas que cooperan y empresas que participan en el PM. Es decir, si los rasgos que tradicionalmente se han vinculado con la cooperación se hacen aún más evidentes en el caso del PM o, si por el contrario, son rasgos asociados a la cooperación en general, sea cual sea el ámbito en el que ésta se desarrolle. Por otro lado, nuestro enfoque permite introducir en el modelo variables de control teniendo en cuenta algunos rasgos del PM que, *a priori*, podrían explicar por qué unas empresas participan y otras no lo hacen.

De acuerdo con este planteamiento, conviene señalar algunos aspectos que definen el contexto en el que tiene lugar la cooperación tecnológica dentro del PM y que ya se explicaron con más detalle en el capítulo III.

En cada edición del PM, la distribución del presupuesto asignado sigue las directrices marcadas por la Comisión Europea, es decir, es un programa diseñado “de arriba a bajo”. Estas directrices se basan en objetivos socio-económicos y en el establecimiento de prioridades tecnológicas que marcan las líneas de investigación que serán financiadas. Aunque a lo largo de los años se ha ampliado el presupuesto y el ámbito de actuación del PM, siempre ha existido un desequilibrio en el reparto de presupuesto a favor de ciertas áreas tecnológicas, especialmente las relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Además, la mayor parte del presupuesto asignado al PM va destinado a financiar proyectos de gran envergadura y complejidad tecnológica, con un plazo de desarrollo de entre 2 y 5 años (CDTI, 2007a). Esto implica que los participantes han de

tener un cierto nivel tecnológico, así como capacidades organizativas que les permitan involucrarse en el consorcio. Se precisa una masa crítica mínima para participar con éxito y también una sólida base financiera que permita acometer inversiones de alto riesgo y largo plazo. La creación de nuevos instrumentos de financiación en la sexta edición del PM orientados a fomentar iniciativas más ambiciosas, tales como los proyectos integrados, refuerza este argumento³⁰

Igualmente, algunos aspectos del entramado administrativo del PM deben ser tenidos en cuenta a la hora de analizar la participación de las empresas. A este respecto, Siune y otros (2006) destacan los siguientes factores:

- El acceso a información sobre las oportunidades y los requerimientos formales determinan tanto la decisión de participar en el PM como el éxito posterior de la propuesta. La Comisión Europea es la que gestiona mayoritariamente la difusión de la información a través de la página *WEB* de CORDIS³¹, y también por medio de los Puntos Nacionales de Contacto (*National Contact Points*, NCP), oficinas encargadas de suministrar asistencia individual y promover la participación nacional en el PM. A este respecto, una contribución importante de la Comisión y los NCP es el asesoramiento para encontrar socios, que puede considerarse como uno de los obstáculos para llevar a cabo proyectos de cooperación en I+D.
- El alto grado de formalización administrativa facilita la evaluación de las propuestas, pero puede desincentivar a las empresas a presentar solicitudes, especialmente en el caso de las que carecen de experiencia previa en el PM. Por otra parte, la existencia de evaluadores expertos e independientes garantiza la selección justa de las propuestas, aunque este procedimiento requiere una actualización continua de su conocimiento sobre los objetivos específicos del PM (Marimón, 2004).
- Antes de recibir la ayuda aprobada, el coordinador del consorcio y la Comisión deben firmar un contrato para formalizar aspectos concretos. Algunos autores (Siune y otros, 2006) señalan que las empresas, especialmente las PYME, perciben que esta fase de negociación les consume recursos que podrían retrasar el calendario del proyecto de I+D.

³⁰ Según CDTI (2007a), la duración media de los proyectos STREP durante el VI PM fue de 35 meses, mientras que los proyectos integrados alcanzaron, por término medio los 47 meses de duración.

³¹ <http://cordis.europa.eu/>

- Los derechos de la propiedad intelectual se regulan por contrato. Al requerir este acuerdo entre los socios, la Comisión persigue promover las buenas prácticas dentro del proyecto de cooperación. No obstante, una regulación demasiado estricta podría desincentivar la participación empresarial. (Caloghirou y Vonortas, 2000).

De acuerdo con estas consideraciones, cabría destacar que el PM es un escenario más favorable para las empresas que ya están realizando actividades de I+D, especialmente dentro del PM, y, por tanto, podrían dedicar recursos y conocimientos a la preparación y presentación de propuestas de acuerdo a los requerimientos tecnológicos y administrativos. Además, el tamaño de la empresa, como indicador de disponibilidad de recursos e información, y el área tecnológica, como indicador de la oportunidad de acceder a un mayor volumen de financiación, parecen ser variables relevantes para explicar por qué una empresa participa en el PM. Pero, a su vez, la carencia de experiencia y de recursos podría neutralizarse mediante la existencia de mecanismos encaminados a promover el interés de las empresas, asesorando o, incluso, financiando la elaboración de las propuestas³².

Teniendo en cuenta la evidencia empírica recogida en la literatura sobre cooperación tecnológica (capítulo II) y los resultados de las investigaciones centradas en el PM (capítulo III.2), las hipótesis de trabajo se presentan a continuación en torno a tres bloques de argumentación. El primero de ellos se basa en los postulados de la organización industrial, que explica la cooperación tecnológica como una vía para incrementar la competitividad de la empresa y optimizar la eficiencia de la I+D, fundamentalmente ahorrando costes y maximizando beneficios. El segundo bloque recoge los argumentos que, según la teoría de los costes de transacción, son decisivos para cooperar en I+D y evitar, así, los problemas inherentes a los contratos incompletos. Por último, el tercer bloque se enmarca en el contexto de la teoría de los recursos y la dirección estratégica y hace referencia a la cooperación como una vía de acceso a nuevo conocimiento y aprendizaje.

La organización industrial explica los motivos que tiene la empresa para cooperar en función de ciertos factores que inciden directamente en su competitividad, como son el coste de la I+D y el riesgo asumido en este tipo de actividades. La literatura ha demostrado que la cooperación es más frecuente cuando los costes y el riesgo son más elevados y ha identificado estos casos con ciertos sectores económicos, concretamente, aquellos con mayor intensidad en I+D (Miotti y Sachwald,

³² En el caso de España, el CDTI ofrece ayuda financiera para elaborar propuestas.

2003; Bayona y otros, 2001). La colaboración es una opción que permite incrementar la eficiencia de la I+D en sectores cuya dinámica competitiva se basa en la necesidad de realizar altas inversiones en proyectos de I+D, con mayor nivel de incertidumbre y plazos de recuperación de inversiones más largos. También en aquellos casos en los que la competitividad depende del poder de la empresa para defender su ventaja tecnológica y mantener la posición de liderazgo, con los beneficios que esto conlleva.

De acuerdo con estos argumentos, nos interesa analizar si el hecho de operar en sectores de alta intensidad tecnológica incrementa la probabilidad de participar en el PM frente a otras alternativas de cooperación. La pregunta sería, por tanto, si el PM es un entorno de cooperación más favorable para dichas empresas.

Dentro del PM, los proyectos son evaluados de acuerdo con su excelencia científica y tecnológica, teniendo en cuenta las prioridades tecnológicas que se incluyen en cada programa específico. Estos programas tienen como objetivo promover el avance tecnológico en el entorno europeo. Por lo tanto, aquellos sectores donde se lleve a cabo investigación de vanguardia, tendrán una mayor probabilidad de participar en el PM y así lo confirman Marín y Siotis (2002). Adicionalmente, conviene recordar que algunas áreas tecnológicas, como las relacionadas con la información y las comunicaciones (TIC), han recibido tradicionalmente el mayor porcentaje del presupuesto del PM. Por esta razón, la primera hipótesis supone que las empresas que pertenecen a sectores de alta intensidad tecnológica y, especialmente, aquellos relacionados con las TIC tienen una mayor probabilidad de participar en un consorcio.

H.1 La probabilidad de participar en el PM es mayor para aquellas empresas pertenecientes a sectores de alta tecnología y aún mayor cuando su actividad de I+D está relacionada con las TIC

Otro factor estrechamente vinculado con la optimización de la eficiencia de la I+D a través de la cooperación es la elección de los socios. La evidencia empírica ha demostrado que existe una relación entre el tipo de socio elegido para cooperar y los objetivos que persigue la empresa por medio de dicha cooperación. Junto con el trabajo de referencia de Miotti y Sachwald (2003), existen otros centrados en el caso de la empresa española que corroboran este hecho. Así, Santamaría y Rialp (2007) analizan la relación que existe entre los motivos para cooperar y el tipo de socio elegido por

la empresa, confirmando la existencia de una relación positiva entre la cooperación vertical (aquella llevada a cabo con clientes y proveedores) y los motivos relacionados con el mercado. Por su parte, las universidades y los centros tecnológicos son los socios preferidos cuando la empresa persigue potenciar sus capacidades tecnológicas y también cuando pretende acceder a fondos públicos para financiar el proyecto cooperativo.

Como se ha explicado anteriormente, el proceso de evaluación en el PM garantiza que los proyectos financiados tengan un alto nivel de complejidad y novedad. Así pues, deberían estar más cerca de la frontera tecnológica que otras iniciativas de cooperación y deberían ser un contexto óptimo para que la empresa ampliase sus capacidades tecnológicas, es decir, para el aprendizaje. De hecho la relevancia del papel de las universidades en el PM ya ha sido destacada por Roediger-Schluga y Barber (2007). Estos autores comprueban que un alto porcentaje de los participantes más frecuentes son universidades y centros públicos de investigación. También Tsakanikas y Caloghirou (2004) demostraron que la mayor parte de las empresas participantes considera a estas instituciones la mejor opción para colaborar dentro del PM.

De acuerdo con estas evidencias, suponemos en la hipótesis 2 que aquellas empresas que cooperan con universidades y centros públicos de investigación (socios institucionales) tendrán una mayor probabilidad de participar en el PM que en otros ámbitos.

H.2 Las empresas que consideran que la cooperación con socios institucionales es muy importante para su actividad de I+D, tienen una mayor probabilidad de participar en el PM

Según la teoría de los costes de transacción, las operaciones mercantiles cuyo objeto es el conocimiento presentan diversas dificultades a la hora de formalizar contratos completos donde estén recogidas todas las circunstancias que rodean dicha transacción. Estas dificultades se deben a los fallos de mercado asociados a la naturaleza del conocimiento, explicados con detalle en el capítulo II de esta tesis, y que se refieren a tres factores: la generación de externalidades (o *spillovers*), el riesgo de oportunismo y la alta incertidumbre de cara al mercado (Caloghirou y otros, 2004b).

La literatura coincide en señalar que existe una relación positiva entre la importancia de los *spillovers* y la probabilidad de cooperar. A la hora de analizar esta relación, el trabajo de Belderbos y otros (2004) distingue dos tipos de flujos de conocimientos relevantes: los que se dirigen desde el entorno hacia la organización y los que salen de la organización hacia el exterior. Los primeros (*in-*

coming spillovers) son considerados una fuente de información en los procesos de innovación, es decir, una entrada de recursos ajena a contratos mercantiles formalizados. Los segundos (*outgoing spillovers*) son una salida de conocimiento y, en la medida que no generan contraprestación alguna para la empresa, suponen un desincentivo a la hora de realizar inversiones en I+D.

Cassiman y Veugelers (2002) analizan, para el caso de las empresas belgas, los factores que inciden en la propensión a participar en consorcios internacionales de I+D, concluyendo que la cooperación es considerada por las empresas una estrategia para gestionar, al margen de contratos mercantiles, los flujos de conocimiento relevantes en los procesos de innovación. La existencia de un acuerdo entre socios permite controlar y apropiarse de los flujos de conocimiento que tengan lugar entre ellos. En estos escenarios de cooperación se puede considerar que el intercambio de conocimiento sustituye al precio como instrumento de ajuste entre oferta y demanda.

En la línea del trabajo anterior, otros autores corroboran esta relación (Belderbos y otros, 2004; Abramovsky y otros, 2009 y, para el caso español, López, 2008). Con este mismo argumento, en el trabajo de Cincera y otros (2003), la cooperación se considera una variable que recoge la incorporación de *spillovers* en una función de generación de conocimiento y complementa, así, a la actividad interna de I+D.

Los proyectos de cooperación que tienen lugar en el PM suponen un escenario idóneo para analizar el papel de los *spillovers* en los procesos de cooperación. Los criterios de excelencia tecnológica y científica en los que se basa la evaluación de las propuestas (Comisión Europea, 2002), garantizan que aquellos proyectos que finalmente reciben financiación tendrán una elevada complejidad científico-tecnológica, y, por lo tanto, el conocimiento que pongan en común los socios tendrá un mayor valor. Los miembros del consorcio tienen que ser capaces, por un lado, de aprender e incorporar en sus procesos de innovación este conocimiento y, por otro, proteger y apropiarse de los resultados que le correspondan según los acuerdos adoptados. En este sentido, hay que señalar que, en proyectos complejos, la gestión de los derechos de propiedad intelectual es esencial para apropiarse de los resultados de la investigación. En el PM, la propiedad intelectual se regula mediante un contrato firmado entre el consorcio y la Comisión Europea. Caloghirou y Vonortas (2000) señalan que la existencia de procedimientos de control de la propiedad intelectual demasiado estrictos puede desincentivar a las empresas para participar en este programa.

Establecemos así las hipótesis 3 y 4 suponiendo que, en comparación con otros escenarios de cooperación, las empresas participantes en el PM tendrán una mayor capacidad para incorporar conocimiento externo y para gestionar la propiedad intelectual de la tecnología que ella misma haya contribuido a generar.

H.3 Las empresas con una mayor capacidad de absorción de conocimiento respecto a las entradas de información (*incoming spillovers*) tienen una mayor probabilidad de participar en el PM

H.4 Las empresas con mayores dificultades para obtener la propiedad efectiva de los conocimientos generados tienen una probabilidad más baja de participar en el PM

La elección entre recurrir al mercado o autoabastecerse, de acuerdo con la teoría de los costes de transacción, dependerá de los costes de cada operación. Como tercera alternativa, los procesos de cooperación serían una forma híbrida de organizar transacciones cuando se cumplen ciertas condiciones: 1) los contratos mercantiles son incompletos, es decir, no son capaces de recoger todas las posibles contingencias y 2) la organización interna de dicha operación es demasiado costosa (Williamson, 1996). La existencia de externalidades ligadas a las actividades de I+D explica por qué los contratos mercantiles son incompletos en este caso, mientras que los altos costes y riesgos inherentes a la innovación explican por qué la completa internalización de estas actividades no está al alcance de muchas empresas ni resulta rentable para otras. Por lo tanto, la cooperación en I+D aparece como la mejor alternativa para controlar los flujos de conocimiento y economizar costes.

Sin embargo, cuando los costes de coordinación son demasiado elevados, la empresa puede decidir incorporar en su organización recursos de I+D disponibles en el mercado. Como se ha mencionado anteriormente, los requerimientos formales y los tiempos de actuación en el ámbito del PM incrementan los costes de coordinación con respecto a otras alternativas de cooperación. Por lo tanto, la hipótesis 5 establece que la probabilidad de participar disminuirá si la empresa es capaz de encontrar aquello que necesita en el mercado e incorporarlo en su organización bajo la fórmula de contratación de personal, por ejemplo.

H.5 La probabilidad de participar en el PM es menor para aquellas empresas que acceden por medio de contratos a recursos de I+D disponibles en mercados internacionales

En el ámbito de la dirección estratégica, son varias las aproximaciones que relacionan la cooperación tecnológica con los procesos de aprendizaje interno en la empresa. Así, la teoría de los recursos considera que la empresa es una unidad de producción que combina factores internos y externos. Los recursos externos complementan a los propios y pueden incorporarse a la empresa por medio de la cooperación tecnológica. La existencia de una capacidad interna propia es el factor determinante para explicar la propensión a cooperar. Esta capacidad debe entenderse no sólo como “capacidad de absorción”, término acuñado por Cohen y Levinthal (1990), sino también como “capacidad de enseñar”, ya que el valor de cada miembro del consorcio está determinado por el valor que tenga su conocimiento para el logro de los objetivos comunes.

La relación entre capacidad interna y procesos de aprendizaje ha sido analizada por Heijs (2004), demostrando que, aquellas compañías con mayor capacidad y experiencia en innovación son las que más aprenden de sus proyectos de I+D. Además, cuando se trata de proyectos de I+D en cooperación, el impacto en forma de aprendizaje es mayor.

En el caso del PM, consideramos que el tamaño de los proyectos financiados, así como su complejidad tecnológica y organizativa, requieren una cierta masa crítica que asegure la viabilidad técnica y financiera del consorcio en su conjunto. La dificultad inherente al diseño y organización de un proyecto cooperativo de I+D se acrecienta en el caso de proyectos de ámbito internacional, que implican la coordinación de diferentes intereses y participantes de países más o menos alejados, geográfica y culturalmente. Los consorcios financiados por el PM deben asumir, además de las actividades específicas de I+D, una carga adicional de tareas administrativas que recaen, no sólo en el coordinador del consorcio, sino también, en mayor o menor medida, en todos los socios. La importancia de la dimensión administrativa en el PM nos lleva suponer que las empresas participantes en este programa cuentan también con una mayor capacidad de gestión de la I+D que las que colaboran en otros escenarios. Las tres capacidades internas mencionadas (capacidad de absorción, capacidad de aportar conocimiento y capacidad de gestión de la I+D) serán, por tanto, mayores en los participantes en el PM. Algunas investigaciones (Hernán y otros, 2003; Caloghirou y otros, 2004a) demuestran que la probabilidad de participar en el PM está positivamente relacionada con el tamaño de la empresa³³, considerando esta variable como un indicador de las capacidades internas. En

³³ Caloghirou y otros (2004a) confirman que, en el caso de Eureka, el tamaño de los participantes suele estar más equilibrado, mientras que las grandes empresas tienden a participar más en el PM.

nuestro caso, la información disponible nos permite captar las capacidades relacionadas directamente con la I+D. Por lo tanto, la hipótesis 6 establece que:

H.6 La probabilidad de participar en el PM es mayor para las empresas que cuentan con más capacidades internas de I+D

Los procesos de aprendizaje también se ven favorecidos cuando la compañía forma parte de redes en las que interactúa con diversos agentes y en las que acumula experiencia. Esta experiencia genera capacidades dinámicas (Teece y otros, 1997) que permiten a la empresa aprender, reforzar y modificar sus rutinas de trabajo y enfrentarse mejor a la incertidumbre propia del mercado tecnológico. La pertenencia a redes se entiende como una vía para crear conjuntamente valor añadido a partir de las economías de escala y alcance que se generan cuando el volumen de recursos se incrementa (Hakansson y Johanson, 1984).

En el caso del PM, los participantes entran a formar parte de redes internacionales y por medio de esta vía, las empresas acceden a fuentes de conocimiento específicas de otros sistemas de innovación. Como señalan Veugelers (2005) y Narula (2007), la dimensión internacional de la cooperación tecnológica se ha visto favorecida en los últimos años por diversos factores de índole tecnológica (mayores costes y riesgos asociados a la innovación; multidisciplinariedad de las innovaciones; mejoras en las TIC; creciente horizontalidad de las tecnologías respecto a los sectores económicos) y también de índole política y social (convergencia de los patrones de consumo mundiales; armonización de normativas y acuerdos internacionales).

A pesar de estas condiciones favorables, la evidencia empírica demuestra que la probabilidad de cooperar está negativamente relacionada con la distancia geográfica que separa a los socios potenciales (Nagle y otros, 2007), precisamente porque los flujos de conocimiento son más difíciles de gestionar en el entorno internacional. Según Veugelers (2005), la importancia de la distancia geográfica a la hora de seleccionar socios, explica que la mayor parte de los acuerdos de cooperación tecnológica tengan lugar entre organizaciones de la misma nacionalidad, y que los socios internacionales de las empresas europeas, sean, generalmente, otras empresas europeas.

Así pues, suponemos que las empresas españolas preferirán cooperar con socios nacionales, pero esta decisión no excluye acuerdos internacionales si se accede así a conocimiento específico de un determinado país o empresa. Por el contrario, la experiencia positiva en redes nacionales mejorará,

a través de la experiencia, la capacidad de la empresa para gestionar los flujos de conocimiento y reforzará los vínculos con organizaciones con las que también puede participar en consorcios internacionales.

Por otra parte, en el contexto de la Unión Europea, los Estados tratan de armonizar las políticas nacionales de I+D con los objetivos fijados por el PM y, en general, con las políticas comunitarias. En el caso de España, los planes nacionales de I+D han tenido en cuenta, en mayor o menor medida, las líneas estratégicas por las que se rige el PM, con el fin de fomentar la participación de las organizaciones españolas en este programa. La hipótesis número 7 supone que, cuanto más integrada esté la empresa en redes nacionales de I+D, mayor será su capacidad para adaptarse a entornos de cooperación más complejos como el PM.

H.7 La experiencia positiva dentro del sistema nacional de I+D incrementa la probabilidad de formar parte de consorcios financiados por el PM

La posición en redes de cooperación internacionales también ha sido relacionada con la actividad exportadora de la empresa, en el marco de su estrategia de internacionalización. A este respecto, Archibugi y Michie (1995) identifican tres dimensiones de la internacionalización: (1) explotación internacional de innovaciones desarrolladas en el propio país; (2) generación internacional de innovaciones y (3) colaboraciones tecnológicas en el entorno global. Estas estrategias no son excluyentes, ni tampoco consecutivas.

Otros trabajos han encontrado evidencia empírica que constata la implicación progresiva de la empresa en el entorno internacional. Desde las teorías que explican la internacionalización como un proceso gradual, los modelos secuenciales consideran que, por medio de las exportaciones, las empresas se adentran en los mercados internacionales, acumulan conocimiento y, de esta manera, introducen elementos en su estrategia para minimizar el riesgo asociado a las operaciones internacionales (Johanson y Wiedersheim-Paul, 1975). Esta suposición está basada en dos hechos: por un lado, las exportaciones y la cooperación internacional pueden estar relacionados en el contexto de la estrategia de internacionalización de la empresa y, por otro lado, gracias al mayor conocimiento del entorno global, los exportadores tienden a establecer alianzas internacionales y pueden encontrar con más facilidad socios extranjeros para sus actividades de I+D.

Los estudios empíricos acerca de las alianzas formadas en el seno del PM (Roediger-Schluga y Barber, 2006; Breschi y Cusmano, 2006), llegan a la conclusión de que existe un grupo central de participantes más frecuentes que tienden a coordinar los consorcios financiados. Este grupo central está conectado a su vez con participantes ocasionales que compiten entre sí para acceder a los consorcios de mayor calidad, es decir, los consorcios con más probabilidades de recibir la financiación. El papel central de los coordinadores les permite seleccionar a los socios más adecuados para llevar a cabo un determinado proyecto. En este proceso de selección, el coordinador está fuertemente influenciado por la capacidad tecnológica que perciba de cada candidato, pero también por su capacidad comercial en mercados internacionales.

Por lo tanto, suponemos que existe un proceso en el que las empresas interesadas en participar en el PM compiten por unirse a los consorcios liderados por las organizaciones más valoradas. Y en este proceso, uno de los aspectos más valorados es la capacidad para desarrollar un plan de explotación de los resultados eficiente. A través de la octava hipótesis, la investigación empírica tratará de contrastar el peso de los aspectos comerciales en los consorcios financiados por el PM.

H.8 La propensión exportadora está relacionada positivamente con la probabilidad de cooperar en el PM

V.2. BASES DE DATOS Y MODELO ECONOMETRICO

El objetivo del presente trabajo es analizar, a partir de información cuantitativa y cualitativa, ciertos rasgos de la actividad de innovación de compañías que participan en el PM en contraste con otras empresas que cooperan. Para ello se comparan las empresas participantes en el PM, en primer lugar, con organizaciones vinculadas a otras alianzas tecnológicas (nacionales o internacionales) y, en segundo lugar, con una muestra de compañías que llevan a cabo proyectos internacionales de cooperación en I+D fuera del ámbito del PM. Esta aproximación en dos niveles nos permite explicar las características de los participantes en el PM a partir de dos muestras de control distintas.

Es importante señalar que nuestra base de datos contiene información sólo sobre empresas que cooperan. Esta puntualización es esencial para comprender el alcance del presente trabajo, que pretende dar respuesta a las siguientes cuestiones:

- 1) ¿Qué rasgos de la actividad de I+D diferencian a las empresas que participan en el PM de aquellas que participan en otras iniciativas de cooperación?
- 2) ¿Qué rasgos de la actividad de I+D diferencian a las empresas que participan en el PM de aquellas que participan en otras iniciativas de cooperación internacional?

Para este fin, se utiliza la base de datos FP/IAIF, que contiene información procedente de dos fuentes. La primera de ellas es la base de datos CDTI/PM, facilitada por el Punto Nacional de Contacto del PM en España, el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) y que incluye información sobre todos los proyectos del PM aprobados entre 1995 y 2005³⁴ y en los que participa, al menos, una empresa española. La segunda fuente es la encuesta promovida en 2003 por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), que diseñó y elaboró el Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) de la Universidad Complutense de Madrid.

La base de datos FP/IAIF contiene información sobre los ratios financieros, el comportamiento exportador y la estrategia de innovación de 310 empresas españolas participantes en proyectos cooperativos de I+D. De estas, 161 han cooperado con socios extranjeros, entre las que se encuentran 62 participantes en, al menos, un consorcio financiado por el PM. La información disponible nos permite introducir en nuestro modelo variables relacionadas con el comportamiento económico de la empresa y también con su actividad de I+D.

Para cada uno de los dos escenarios contemplados, la ecuación a estimar es la siguiente:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i^* = f(x_i\beta + u_i) > 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$

³⁴ Para garantizar la homogeneidad de la muestra, solo se han considerado los proyectos STREPs (*Specific Targeted Research Projects*, en la terminología del PM) y los proyectos integrados.

donde y_i^* es una variable dependiente latente, x_i representa el conjunto de variables explicativas, β es el vector de coeficientes y u_i es el término de error. La empresa i participa en el PM si y_i^* es positiva.

V.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

De acuerdo con las hipótesis anteriormente señaladas, nuestro modelo incluye tres grupos de variables, cada uno de los cuales responde a una línea de argumentos para explicar la cooperación tecnológica. El primero de ellos se centra en las características de la actividad de la empresa que determinan que la participación en el PM sea más eficiente que en otros escenarios de cooperación. En concreto, se incorporan como variables explicativas el sector de actividad en el que opera (hipótesis 1) y el tipo de socio tecnológico más valorado (hipótesis 2). El segundo grupo se basa en los motivos para cooperar generados por imperfecciones inherentes a las transacciones mercantiles de bienes y servicios intensivos en conocimiento. Así, se introducen en el modelo la capacidad de la empresa para gestionar las entradas y salidas de conocimiento bajo la forma de *spillovers* (hipótesis 3 y 4) y la propensión a acceder al conocimiento por medio de la contratación de personal en el mercado laboral (hipótesis 5). Por último, el tercer bloque de hipótesis se basa en los argumentos que explican la cooperación tecnológica desde la perspectiva de la dirección estratégica. Se introducen en el modelo la capacidad interna en I+D de la empresa (hipótesis 6) y la experiencia acumulada en redes de cooperación (hipótesis 7) y en mercados internacionales, por medio de las exportaciones (hipótesis 8).

Además de las variables asociadas a las hipótesis anteriormente enumeradas, el modelo incluye una serie de variables de control que permitirán tener en cuenta el efecto que tienen el tamaño de la empresa, el ratio de solvencia y los retornos de la innovación en la probabilidad de cooperar en el PM.

Cuadro 18: Cooperación en el PM versus otros tipos de cooperación. Estadísticas descriptivas

Medias para las variables cualitativas:	(1) Todas las em- presas coopera- tivas	(2) Empresas que coope- ran con socios interna- cionales	(3) Participantes en el PM
Empleo en I+D	2,46	2,46	3,06
Exportaciones	3,14	3,38	3,64
Ratio de solvencia	0,70	0,68	0,72
Frecuencia de las variables binarias (%):			
Proveedores de bienes intermedios tradicionales	9,35	10,56	8,06
Proveedores especializados en bienes intermedios y equipos	15,16	16,77	17,74
Intensivos en escala y de ensamblaje	12,26	11,80	11,29
Sectores basados en la I+D	11,61	8,70	8,06
Otros servicios	10,00	12,42	16,13
Servicios de alta tecnología	9,68	9,94	17,74
Otras actividades	7,10	9,94	8,06
Valoración de vías de acceso a tecnología:			
Cooperación con universidades	46,77	52,80	66,13
Cooperación con otros centros de investigación	27,42	32,92	37,10
Cooperación con centros tecnológicos	38,39	44,10	50,00
Cooperación con otras empresas	57,74	68,94	62,90
Importancia de los proveedores y usuarios	56,13	58,39	58,09
Spillovers internacionales	47,74	55,28	61,29
Dificultades relativas a la PI	32,58	28,57	14,52
Contratación internacional de personal	22,26	29,19	20,97
Independencia tecnológica en productos	69,03	70,19	80,65
Independencia tecnológica en procesos	53,87	54,66	59,68
Calidad del sistema nacional de investigación	56,77	58,39	70,97
Empresas grandes	12,26	18,63	25,81
Empresas medianas	32,26	32,92	40,32
Empresas pequeñas	38,71	32,92	24,19
Retornos de la innovación	32,90	36,02	41,94
Número de observaciones:	310	161	62

Con el fin de contrastar la hipótesis 1, se utiliza una distribución sectorial basada en Pavitt (1984)³⁵, incluyendo también el sector servicios agrupado según su nivel tecnológico. A partir de este análisis se obtienen los resultados que se pueden observar en el Cuadro 18. En primer lugar, destaca el alto porcentaje de empresas de “Servicios de alta tecnología” en la muestra de participantes en el PM (17,7%), valor que se aproxima al 10% en las otras dos muestras. El grupo de “Otros servicios” registra también el porcentaje más alto en la muestra de participantes. Destaca el hecho de que las compañías españolas pertenecientes a la categoría “Sectores basados en I+D” sean menos frecuentes dentro del colectivo de empresas con socios internacionales.

La preferencia por socios institucionales, tales como las universidades, los centros de investigación y los centros tecnológicos (hipótesis 2), se analiza por dos vías complementarias. En primer lugar se incorporan en el modelo una serie de variables binarias que toman el valor 1 cuando la empresa ha colaborado con cada tipo de organización, siendo esta cooperación muy importante a la hora de adquirir tecnología. Y en segundo lugar, se incorpora la variable “Importancia de proveedores y clientes” con el objetivo de medir cuánto valoran las empresas a estos dos tipos de agentes como fuentes de innovación³⁶.

Las estadísticas descriptivas muestran en el Cuadro 18 que el porcentaje de empresas que consideran la cooperación con socios institucionales como una fuente muy importante de tecnología es más elevado para el grupo de participantes en el PM. Por el contrario, la cooperación con otras empresas es menos relevante para este colectivo que para las compañías involucradas en otros acuerdos internacionales. Asimismo, estas últimas compañías otorgan un mayor valor a los proveedores y clientes. Por lo tanto, parece ser que los participantes en el PM valoran más la cooperación con socios institucionales.

³⁵ Esta clasificación se basa en las fuentes y la naturaleza de las oportunidades tecnológicas y las innovaciones; en la intensidad en I+D y en el tipo de flujos de conocimiento que tienen lugar en cada sector. En Pavitt (1984) sólo se incluyen los sectores industriales. Por el contrario, en el presente trabajo se incorporan los servicios, teniendo en cuenta la clasificación elaborada por la OCDE.

³⁶ Hay que señalar que la variable “Importancia de proveedores y clientes” mide si estos dos tipos de agentes son una fuente de innovación muy importante, pero no exactamente si son socios relevantes a la hora de cooperar en I+D. El modelo incluye también la variable “Cooperación con otras empresas” por dos razones: primero porque incluye a los competidores y, segundo, porque captura no sólo el papel de otras compañías como fuente de innovación, sino también como socios tecnológicos.

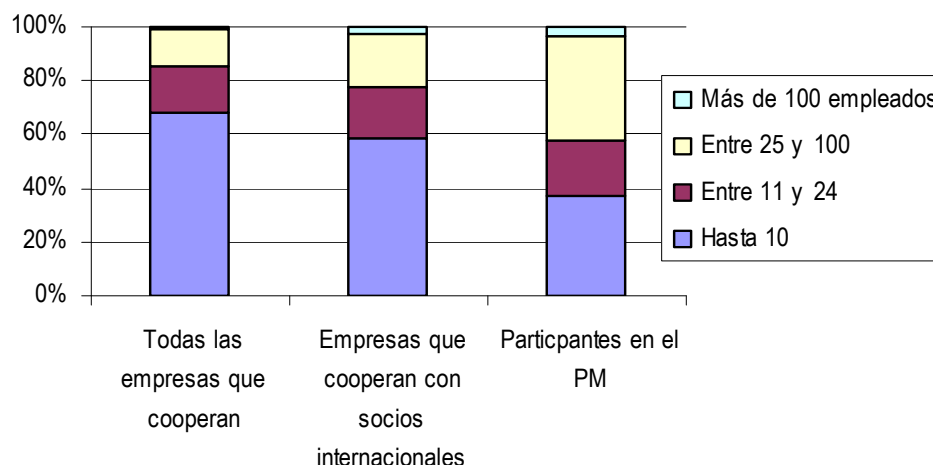
El efecto de los flujos de conocimiento (*spillovers*) sobre la probabilidad de participar en el PM (hipótesis 3 y 4) se analiza por medio de dos variables. La primera de ellas se refiere a la relevancia que tienen para el proceso de innovación de la empresa los flujos de conocimiento público procedentes de fuentes internacionales. La segunda contiene información sobre las dificultades que tiene la compañía para controlar la difusión hacia el exterior de los resultados de la I+D por medio de instrumentos de protección de la propiedad intelectual (PI).

El Cuadro 18 refleja que aquellas empresas con mayor habilidad para incorporar información pública procedente del entorno internacional en sus procesos de innovación son más frecuentes entre los participantes del PM (61% del total) que entre el colectivo de empresas que participan en consorcios internacionales (55%) y entre las empresas que cooperan (48%). Por otra parte, el porcentaje de empresas con dificultades para gestionar la propiedad intelectual disminuye en el grupo de participantes en el PM respecto a los otros dos colectivos.

Por otra parte, el porcentaje de empresas que han contratado personal especializado en el exterior y consideran esta práctica una fuente de innovación muy importante es mayor entre las compañías involucradas en acuerdos transfronterizos. Como se enunciaba en la hipótesis 5, los participantes en el PM recurren a esta alternativa con una menor frecuencia que otras empresas cooperativas.

Como indicadores de la capacidad interna de I+D, el modelo incorpora tres variables: el número de empleados en I+D, el grado de independencia en tecnologías de producto y el grado de independencia en tecnologías de proceso. El análisis descriptivo confirma que la dimensión de la unidad de I+D alcanzan su máximo valor para la muestra de participantes en el PM. También se puede observar en el Cuadro 18 que los porcentajes de empresas grandes y medianas son más altos para este grupo (26% y 40% respectivamente). Por el contrario, las empresas pequeñas registran una menor presencia (24%).

Gráfico 14: Empleados en I+D según el tipo de cooperación
(Porcentaje de empresas)



El Gráfico 14 refleja que, alrededor del 40% de los participantes en el PM tiene más de 25 empleados de I+D. Este mismo porcentaje es del 22% considerando las empresas que cooperan con socios internacionales y cae hasta el 15% para la muestra completa de empresas que cooperan. Así pues, el número de empleados en I+D parece que guarda una relación positiva con la participación en el PM.

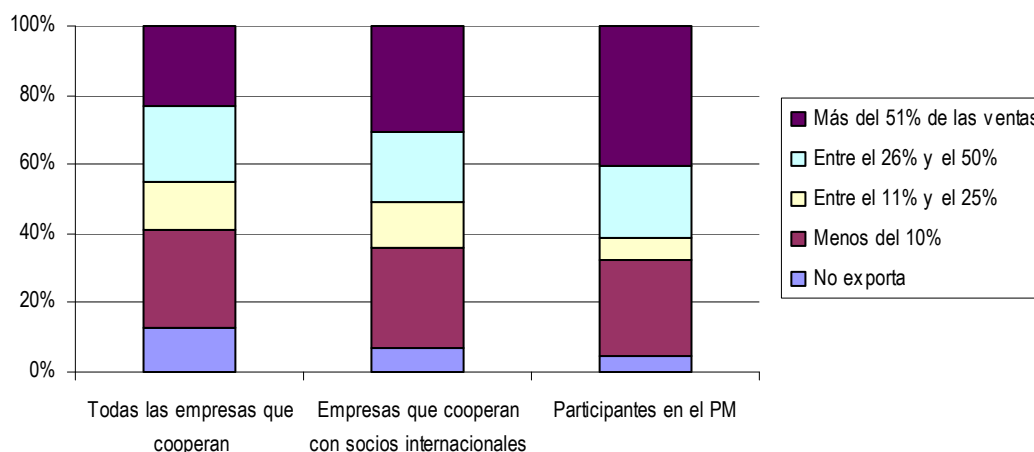
Por otra parte, casi el 81% de los participantes en el PM manifiestan ser independientes en tecnologías de producto, siendo este porcentaje más bajo para las empresas que cooperan y para aquellas que lo hacen en el ámbito internacional. Una tendencia similar se observa para la variable “Independencia tecnológica en procesos”, aunque en este caso los porcentajes son más bajos (54%, 55% y 60% respectivamente).

Comparando las tres muestras, se observa que las participantes en el PM tienen la mejor opinión del sistema nacional de innovación: 7 de cada 10 compañías consideran que la calidad es muy alta, siendo esta proporción más baja para las otras empresas. Así pues, este análisis sugiere que el éxito en redes de cooperación nacionales fomenta las alianzas con socios internacionales (hipótesis 7), y, concretamente, la participación en el PM.

La posición de la empresa en redes comerciales (hipótesis 8) está representada por su propensión exportadora, calculada como el cociente entre las ventas en mercados internacionales y las ventas

totales. Esta ratio es más alta para las empresas que cooperan con socios internacionales y es aún más elevada para la muestra de participantes en el PM (ver Gráfico 15).

Gráfico 15: Propensión exportadora por tipo de cooperación.
Exportaciones sobre ventas totales
(Porcentaje de empresas)



La ratio de solvencia está incluida en el modelo con el fin de captar la capacidad financiera de la empresa. Se observa que la media de la ratio de solvencia de los participantes en el PM es más alta que la correspondiente a las otras dos muestras, lo que puede indicar que, para el caso de las empresas españolas, las restricciones financieras no son un factor relevante para participar en el PM.

Nuestro modelo también incluye una variable que recoge información sobre la capacidad de la empresa para comercializar los resultados de la I+D, como son los “Retornos de la innovación” (ventas de nuevos productos sobre ventas totales). Se observa que cerca del 42% de los participantes en el PM reciben gran parte de sus ingresos de productos innovadores, mientras que este porcentaje es más bajo para las empresas que cooperan con socios internacionales en general (36%) y más bajo aún para la muestra completa de empresas cooperativas (33%).

En definitiva, este primer análisis descriptivo refleja que, en comparación con otras empresas que cooperan en I+D, las participantes en el PM son más grandes, cuentan con más personal de I+D, han desarrollado una mayor independencia tecnológica y operan, con más frecuencia, en el sector servicios. Además, las participantes en el PM gestionan mejor los flujos de conocimiento, tanto los

que proceden del exterior como los que se difunden desde la empresa hacia su entorno. Muestran una actitud muy dinámica hacia la colaboración con socios institucionales y valoran muy positivamente la experiencia previa en el sistema nacional de I+D. También registran una mayor propensión exportadora y una posición competitiva que se sustenta en mayor medida en productos innovadores. Para los participantes en el PM, la cooperación parece ser una estrategia muy vinculada a sus procesos de innovación, por medio de la cual acceden a recursos complementarios en lugar de contratarlos en el mercado.

La aplicación de métodos econométricos contrastará, a continuación, si las anteriores características son estadísticamente significativas.

V.4. ANÁLISIS ECONOMÉTRICO

Como se ha explicado en secciones anteriores, se ha estimado la probabilidad de participar en el PM utilizando dos muestras diferentes. La primera de ellas contiene información sobre 310 empresas que cooperan, de las que 161 están involucradas en consorcios internacionales. Estas 161 empresas forman la segunda muestra. Dado que la variable dependiente es binaria, la ecuación se ha estimado como un modelo *probit*. El Cuadro 19 muestra los resultados obtenidos utilizando la primera muestra (Todas las empresas que cooperan) y el Cuadro 20 describe la evidencia empírica a partir de la segunda muestra (Empresas que cooperan con socios extranjeros).

Debido a la alta correlación existente entre las variables referidas a la cooperación institucional y la gestión de los derechos de propiedad intelectual, se han realizado dos estimaciones para cada muestra. La primera de ellas incluye las variables “Cooperación con universidades” y “Cooperación con otros centros de investigación”, mientras que en la segunda estimación se ha incluido la variable “Dificultades relacionadas con la PI”. Este procedimiento permite detectar el efecto de estos dos tipos de variables sin perder información.

Los resultados presentados en el Cuadro 19 confirman que las compañías que operan en el sector servicios tienen una mayor probabilidad de participar en el PM. Con respecto a la relevancia de la cooperación con socios institucionales, los resultados de la columna 1 reflejan que aquellas empresas con fuertes nexos de colaboración con las universidades son también más propensas a participar en este programa. Por el contrario, aquellas que consideran que los proveedores y los clientes son una fuente relevante de información tienen una menor probabilidad. Por lo tanto, la cooperación

institucional parece favorecer la participación en el PM, mientras que la incorporación de conocimiento procedente de la cadena de valor de la empresa la desincentiva, en comparación con otras alternativas de cooperación.

Por lo que concierne a la gestión de los flujos de conocimiento, la mayor capacidad para incorporar aquellos que proceden de fuentes públicas disponibles en el extranjero tiene un efecto positivo en la probabilidad de participación (hipótesis 3). En la columna 2 del Cuadro 19 se observan los resultados obtenidos introduciendo en el modelo las dificultades en la gestión de la propiedad intelectual. Los coeficientes sugieren que las mayores dificultades para controlar la difusión hacia el exterior del conocimiento generado, desincentivan la cooperación de empresas españolas en el PM, como establecía la hipótesis 4. Esto es coherente con la existencia de requisitos administrativos que obligan a los participantes a firmar acuerdos de protección de la propiedad intelectual incluso antes de que se ponga en marcha el proyecto. Las empresas que no dominen las herramientas de PI tenderán a acudir a otros foros de cooperación, no tan estrictos como el PM.

El efecto negativo de la variable “Contratación internacional de personal” confirma la hipótesis 5. Las empresas que acceden a nuevo conocimiento a través de la contratación de personal tienen una menor probabilidad de participar en el PM. Por el contrario, aquellas empresas que buscan conocimiento al que es más difícil acceder por medio de los instrumentos de contratación mercantil, estarán más dispuestas a participar en el programa. La significatividad de esta variable indica que el PM es un escenario más favorable que otros esquemas de cooperación para aquellas empresas que quieren acceder a conocimiento muy específico sin incurrir en los altos costes de la internalización de recursos.

Los resultados empíricos confirman la existencia de una relación positiva entre el número de empleados de I+D y la probabilidad de participar en el PM. Sin embargo, el tamaño de la empresa no tiene ningún efecto significativo en dicha probabilidad, lo que permite afirmar que la masa crítica necesaria para participar en el PM está relacionada con la capacidad de I+D, independientemente del tamaño de la empresa. La relación positiva entre las capacidades internas y la colaboración en el PM, enunciada en la hipótesis 6, queda también demostrada a la vista de los resultados obtenidos para la variable “Independencia tecnológica en producto”, aunque no se obtiene significatividad estadística cuando la empresa es independiente en tecnologías de proceso.

Cuadro 19: Participación en el PM. Empresas que cooperan. Modelo probit

	(1)		(2)	
	dy/dx	Std. E.	dy/dx	Std. E.
Actividad sectorial. Variables dicotómicas :				
Proveedores de bienes intermedios tradicionales	0.008	0.083	0.008	0.082
Proveedores especializados en bienes intermedios y equipos	0.019	0.072	0.012	0.069
Intensivos en escala y de ensamblaje	-0.024	0.063	-0.023	0.064
Sectores basados en la I+D	-0.031	0.062	-0.033	0.063
Otros servicios	0.277 **	0.018	0.298 **	0.146
Servicios de alta tecnología	0.369 ***	0.157	0.352 *	0.161
Otras actividades	0.180	0.130	0.181	0.149
Valoración de vías de acceso a tecnología. Variables dicotómicas:				
Cooperación con universidades	0.079 *	0.045		
Cooperación con otros centros de investigación	0.016	0.048		
Cooperación con centros tecnológicos	0.055	0.043	0.065	0.043
Cooperación con otras empresas	-0.027	0.040	-0.018	0.040
Importancia de proveedores y clientes	-0.078 *	0.044	-0.074 *	0.044
Spillovers internacionales	0.075 *	0.043	0.083 *	0.044
Dificultades relacionadas con la Propiedad Intelectual			-0.080 *	0.040
Contratación internacional de personal	-0.082 *	0.036	-0.079 *	-0.079
Empleo en I+D	0.097 ***	0.031	0.098 ***	0.031
Independencia tecnológica				
En producto	0.092 **	0.039	0.093 **	0.040
En proceso	-0.033	0.043	-0.025	0.043
Calidad del sistema nacional de investigación	0.089 **	0.037	0.088 **	0.037
Exportaciones	0.060 ***	0.017	0.060 ***	0.017
Tamaño de la empresa (nº trabajadores). Variables binarias				
Grande	0.120	0.137	0.109	0.133
Mediana	0.027	0.077	0.021	0.077
Pequeña	0.007	0.069	0.136	0.071
Ratio de solvencia	0.013	0.867	0.033	
Retornos de la innovación	0.099 **	0.049	0.090 **	0.050
Pseudo R ²	0.33		0.32	
Log. función verosimilitud	-102.39		-102.83	
Número de observaciones	310		310	

Std. E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%***, 5%**, 10%*. Todas las regresiones incluyen la constante. Las variables dicotómicas corresponden a Empresas con menos de 25 empleados y Productores de productos tradicionales de consumo. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. La correspondencia de los sectores de actividad con la CNAE a 2 dígitos se recoge en el Anexo IV. Los resultados detallados se muestran en los Cuadros A.V.1 y A.V.2 del Anexo V.

Nuestros cálculos también confirman la validez de la hipótesis 7. Aquellas empresas que perciben una alta calidad del sistema nacional de investigación tienen mayor probabilidad de participar en el PM. Esta evidencia resalta la complementariedad que existe entre la cooperación internacional y la nacional y refuerza la necesidad de construir fuertes nexos entre organismos públicos y privados nacionales con el objetivo de acceder al escenario internacional. La significatividad de esta variable indicaría que las empresas españolas han podido desarrollar redes de colaboración nacionales con el objetivo de obtener el mayor éxito en el PM.

La importancia de la experiencia en redes comerciales internacionales se confirma en nuestro análisis. La relación positiva que existe entre la actividad exportadora y la participación en el PM, que fue demostrada en el capítulo IV del presente trabajo para una muestra de empresas españolas innovadoras y no innovadoras, persiste incluso si se restringe el análisis a empresas que cooperan. Por lo tanto, podemos afirmar que, tal y como establecía la hipótesis 8, aquellas empresas con una mayor propensión exportadora tienen también una mayor probabilidad de participar en el PM.

Esta última conclusión está también relacionada con los resultados obtenidos para las variables de control relacionadas con el éxito comercial (Retornos de la innovación) Así pues, la competitividad comercial de una empresa, fundada en sus propias ventajas tecnológicas, es un factor relevante para explicar su participación en el PM en comparación con otras alianzas nacionales o internacionales. Estos resultados también son coherentes con la existencia de un proceso informal de competencia entre los candidatos a formar parte de consorcios, con el objetivo de unirse a aquellos liderados y formados por las organizaciones de más prestigio.

Las restricciones financieras no aparecen como una variable significativa en nuestro modelo, lo que significa que, pese al apoyo financiero que concede el PM, los motivos meramente financieros no puede explicar la participación en este programa frente a otras alternativas de cooperación.

Los resultados presentados en el Cuadro 20 corresponden a la muestra de 161 empresas que cooperan con socios internacionales. Por medio de esta estimación se pretende analizar si los mismos factores que afectan a la participación en el PM en contraste con otros tipos de cooperación, mantienen su poder explicativo cuando se restringe el análisis a una muestra donde todas las empresas cooperan en el entorno internacional.

Cuadro 20: Participación en el PM. Empresas que cooperan con socios internacionales. Modelo Probit

	(1)		(2)	
	dy/dx	Std. E.	dy/dx	Std. E.
Actividad sectorial. Variables dicotómicas :				
Proveedores de bienes intermedios tradicionales	-0.063	0.170	-0.072	0.166
Proveedores especializados en bienes intermedios y equipos	0.103	0.165	0.072	0.160
Intensivos en escala y de ensamblaje	-0.073	0.157	-0.072	0.156
Sectores basados en la I+D	0.037	0.193	0.025	0.197
Otros servicios	0.317	0.214	0.342 *	0.201
Servicios de alta tecnología	0.518 **	0.165	0.487 **	0.173
Otras actividades	0.243	0.205	0.235	0.207
Valoración de vías de acceso a tecnología. Variables dicotómicas:				
Cooperación con universidades	0.187 *	0.105		
Cooperación con otros centros de investigación	0.011	0.118		
Cooperación con centros tecnológicos	0.087	0.095	0.115	0.093
Cooperación con otras empresas	-0.245 **	0.101	-0.216 **	0.100
Importancia de proveedores y clientes	-0.166	0.103	-0.152	0.102
Spillovers internacionales	0.114	0.098	0.123	0.099
Dificultades relacionadas con la Propiedad Intelectual			-0.118	0.106
Contratación internacional de personal	-0.194 *	0.096	-0.171	0.097
Empleo en I+D	0.145 **	0.066	0.157 **	0.066
Independencia tecnológica				
En producto	0.225 **	0.097	0.223 **	0.099
En proceso	-0.067	0.098	-0.050	0.098
Calidad del sistema nacional de investigación	0.224 **	0.084	0.218 **	0.085
Exportaciones	0.104 **	0.047	0.098 **	0.046
Tamaño de la empresa (nº trabajadores). Variables dicotómicas:				
Grande	0.220	0.236	0.171	0.236
Mediana	0.133	0.179	0.103	0.180
Pequeña	0.046	0.166	0.038	0.165
Ratio de solvencia	-0.074	0.144	-0.067	0.162
Retornos de la innovación	0.223 **	0.105	0.198 *	0.106
Pseudo R ²	0.32		0.30	
Log. función verosimilitud	-73.49		-74.93	
Número de observaciones	161		161	

Std. E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%***, 5%** , 10%*. Todas las regresiones incluyen la constante. Las variables dicotómicas corresponden a Empresas con menos de 25 empleados y Productores de bienes tradicionales de consumo. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. La correspondencia de los sectores de actividad con la CNAE a 2 dígitos se recoge en el Anexo IV. Los resultados detallados se muestran en los Cuadros A.V.3 y A.V.4 del Anexo V.

En general, los resultados confirman la mayor parte de las conclusiones obtenidas en el primer análisis (Cuadro 19), con algunas variaciones. De nuevo, las empresas españolas que operan en el sector servicios son las que más tienden a participar en el PM. Sin embargo, en esta segunda estimación sólo se confirma un efecto positivo si las empresas pertenecen a sectores de alta tecnología, donde se incluyen las actividades de programación informática, los servicios de telecomunicaciones, asesorías de ingeniería y servicios de I+D. Este hecho subraya la relevancia de las TIC en el contexto del PM, en comparación con otras alternativas de cooperación internacional.

La contratación internacional de personal también disminuye la probabilidad de participar. Además, aunque los efectos marginales de los Cuadros 19 y 20 no son directamente comparables, se observa que el impacto negativo de esta variable es más grande en el caso de acuerdos internacionales.

Por lo que respecta a la propensión a exportar, se observa que, siendo esta variable significativa en los dos análisis, parece tener un mayor efecto sobre la probabilidad de participar en el PM cuando nos restringimos a las empresas involucradas en alianzas internacionales. Se corrobora así la estrecha relación que existe entre el PM y la posición en redes comerciales de las empresas españolas en el extranjero.

Las mayores divergencias entre los dos análisis las encontramos en la gestión de los flujos de conocimiento (*spillovers*) y la importancia de la cooperación con otras empresas. La capacidad para incorporar conocimiento público disponible en el exterior, incrementa la probabilidad de participar en el PM cuando consideramos todas las empresas que cooperan. Sin embargo, esta variable pierde su significatividad teniendo en cuenta sólo las empresas implicadas en acuerdos internacionales. Así pues, la capacidad para gestionar los *incoming spillovers* o entradas de conocimiento público puede explicar por qué una empresa participa en el PM en lugar de otro tipo de acuerdos, pero, una vez en el entorno de la cooperación internacional, la variable no puede explicar por qué una empresa participa en el PM. De la misma manera, las dificultades para gestionar la PI no son significativas en este segundo caso.

Por lo tanto, nuestro análisis muestra que las empresas que comprometen sus recursos en acuerdos internacionales de cooperación parecen tener mejores habilidades para la gestión de los flujos de conocimiento, independientemente de si cooperan en el PM o en otro ámbito. Por el contrario, las empresas que no han desarrollado sistemas adecuados de asimilación y protección del conocimien-

to, perciben un mayor riesgo asociado a la cooperación en el contexto internacional y específicamente en el PM. Parece que las empresas menos propensas a patentar tienen menos incentivos a participar en un programa con estrictos requerimientos sobre la PI.

Finalmente, hay que destacar que el PM parece menos atractivo para aquellas empresas que consideran que la cooperación con otras compañías (incluyendo las competidoras) es una vía muy relevante para adquirir tecnología. Este resultado podría indicar que la colaboración entre competidores es menos frecuente en el PM que en otro tipo de alianzas no financiadas por la Comisión Europea o en otros programas internacionales, como Eureka. No obstante, la vinculación del PM con la investigación de carácter más básico podría contradecir estos resultados, ya que la cooperación entre competidores parece más factible precisamente en proyectos alejados del mercado. Para tratar de esclarecer este punto sería necesario analizar con más detalle en qué condiciones tiene lugar la cooperación de las empresas españolas con otras compañías dentro del contexto del PM.

El Cuadro 21 resume las variables utilizadas para testar cada hipótesis planteada en el modelo teórico y el efecto que tendría cada variable en la probabilidad de participar en el PM en comparación con otros ámbitos de cooperación.

Cuadro 21: Hipótesis y variables

Hipótesis	Variables	Efecto esperado	Efecto obtenido (1)	Efecto obtenido (2)
Hipótesis 1	Sector de actividad		+ en servicios de alta tecnología y otros servicios	+ en servicios de alta tecnología y otros servicios
Hipótesis 2	Importancia de proveedores y clientes	-	-	n.s.
	Valoración de las vías de adquirir tecnología:			
	Cooperación con universidades	+	+	+
	Cooperación con otros centros públicos de investigación	+	n.s.	n.s.
	Cooperación con centros tecnológicos	+	n.s.	n.s.
	Cooperación con otras empresas	-	n.s.	-
Hipótesis 3	<i>Spillovers</i> internacionales	+	+	n.s.
Hipótesis 4	Dificultades relacionadas con la Propiedad Intelectual	-	-	n.s.
Hipótesis 5	Contratación internacional de personal	-	-	-
Hipótesis 6	Empleados en I+D	+	+	+
	Independencia tecnológica producto	+	+	+
	Independencia tecnológica proceso	+	n.s.	n.s.
Hipótesis 7	Calidad del sistema nacional de I+D	+	+	+
Hipótesis 8	Exportaciones	+	+	+

(1) Resultados obtenidos comparando empresas que cooperan en el PM con empresas que cooperan en otros ámbitos

(2) Resultados obtenidos comparando empresas que cooperan en el PM con empresas que cooperan en otros ámbitos internacionales

V.5. CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación es analizar qué características de la empresa determinan su participación en consorcios internacionales de I+D financiados por el Programa Marco de la Unión Europea en comparación con otras alternativas de cooperación. Para este fin se ha construido un marco teórico considerando, por un lado, la literatura especializada en cooperación tecnológica y, por otro, las características específicas de los proyectos de cooperación que tienen lugar en el ámbito del PM. Por medio de este doble enfoque, se consigue integrar en un mismo modelo aspectos teóricos y prácticos del fenómeno a analizar.

El análisis empírico se realiza a partir de la base de datos FP/IAIF, que contiene información procedente de dos fuentes. La primera de ellas es la base de datos CDTI-FP, gestionada por uno de los puntos nacionales de contacto del PM en España, el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) y que incluye información sobre todos los proyectos del PM financiados hasta 2005 en los que participa, al menos, una empresa española. La segunda es una encuesta promovida en 2003 por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y diseñada y elaborada por el Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) de la Universidad Complutense de Madrid. Esta encuesta fue respondida por 310 empresas españolas participantes en actividades de cooperación tecnológica. La base resultante, contiene ratios financieros relevantes, datos de exportaciones y datos relacionados con la actividad de innovación de 310 empresas españolas, de las cuales 161 han cooperado con socios internacionales y 62 han participado en, al menos, un consorcio financiado por el PM.

Conviene resaltar que la contribución del presente trabajo no consiste en explicar los factores que determinan la colaboración, sino aquellos aspectos que determinan la cooperación en el PM respecto a otras alternativas de cooperación. Por esa razón, el análisis empírico considera dos muestras diferentes: (1) Todas las empresas que cooperan y (2) Empresas que cooperan con socios internacionales.

Los proyectos financiados por el PM son evaluados de acuerdo con criterios de excelencia establecidos por la CE (Comisión Europea, 2002). Estos criterios dan prioridad a la excelencia científica y tecnológica; las capacidades de coordinación existentes dentro del consorcio; la masa crítica de los recursos movilizados para lograr los objetivos; la adaptación de los objetivos del proyecto a las pautas fijadas por la CE en cada convocatoria específica y la explotación de los resultados de la I+D

bajo unas condiciones de propiedad intelectual pactadas previamente a su desarrollo. Así pues, los proyectos del PM se caracterizan por su alto nivel de complejidad tecnológica; su largo plazo de desarrollo; la cantidad elevada de recursos movilizados (co-financiados por la CE y los socios individuales); el papel preponderante del coordinador; la adaptación a las prioridades tecnológicas de la CE y un cierto grado de orientación hacia la ciencia más básica combinado con la existencia de posibilidades de explotación comercial.

El análisis empírico muestra que la probabilidad de participar en el PM es más alta para aquellas empresas que operan en el sector servicios, concretamente los servicios de alta tecnología (que incluye actividades de programación informática, servicios de telecomunicaciones, asesorías de ingeniería y servicios de I+D), que cuentan con una masa crítica de recursos de I+D y desean acceder a conocimiento de vanguardia, no disponible en el mercado o demasiado costoso para ser adquirido por medio de transacciones mercantiles. Además, las empresas que han construido fuertes lazos con universidades (que llevan a cabo investigación más básica), son más propensas a participar en el PM. La experiencia positiva en el contexto nacional es también un factor positivo, lo que confirma que la experiencia en alianzas nacionales refuerza la posición en redes de cooperación internacional y, más concretamente, en el PM.

Así mismo, el éxito comercial también aparece como un factor relevante a la hora de explicar la participación de empresas españolas en el PM en comparación con otras alternativas de cooperación. Las variables relacionadas con la posición competitiva de la empresa, tales como la propensión exportadora y los retornos de la innovación, tienen un efecto positivo en la probabilidad de participar en el PM. De hecho, uno de los criterios de evaluación de la CE se refiere a la calidad de la planificación para el uso y diseminación del conocimiento, las perspectivas de comercialización de las innovaciones y las directrices seguidas por los socios para la gestión de la PI (Comisión Europea, 2002). Así pues, la presencia de compañías competitivas en el consorcio garantizaría la visión práctica del proyecto durante su fase de desarrollo y la aplicación óptima de los resultados de la investigación. Este hecho se puede observar desde dos perspectivas. Por un lado, con el fin de asegurar la difusión de resultados, la organización que lidera el consorcio preferirá incorporar a empresas competitivas. Por otro lado, los solicitantes competirán entre ellos para formar parte de aquellos consorcios liderados por la organización con mejor reputación.

Nuestro análisis muestra que la capacidad para gestionar los flujos de conocimiento es una variable relevante para explicar la participación de la empresa española en el PM en comparación con otros

esquemas de cooperación nacionales, pero no en comparación con otras alternativas internacionales. Las empresas que comprometen recursos en acuerdos internacionales parecen tener mejores habilidades para gestionar los flujos de conocimiento o *spillovers*, independientemente de dónde tenga lugar dicha cooperación. Por el contrario, aquellas compañías que cooperan pero no han desarrollado mecanismos apropiados para atraer y proteger el conocimiento, perciben un mayor riesgo asociado a los acuerdos transfronterizos y, concretamente, en el ámbito del PM. Las estrictas normas fijadas por la Comisión Europea para la negociación de los derechos de PI pueden desincentivar a aquellas empresas con menor propensión a patentar.

VI. CONCLUSIONES FINALES DE LA INVESTIGACIÓN

Si bien es verdad que la cooperación tecnológica es un tema ampliamente estudiado, en el contexto actual, dominado por la creciente globalización de las relaciones empresariales y de la generación de conocimiento, la cooperación tecnológica debe ser analizada desde un punto de vista distinto, incorporando la perspectiva internacional.

Añadir el adjetivo “internacional” a una manera de acceder a recursos complementarios para llevar a cabo proyectos de I+D+I no implica sólo considerar la interrelación con socios ubicados en otros países, sino también adentrarse en un nuevo concepto de la innovación, en una nueva manera de innovar. Las corrientes más recientes denominan a esta nueva manera de innovar *open innovation*, o innovación abierta (OCDE, 2008a) y la describen, en contraposición con el modelo tradicional, como una manera de innovar en la que se tiende hacia un mayor equilibrio entre los recursos internos y los recursos procedentes de cualquier parte del mundo. Asimismo, este mayor peso del contexto internacional se refleja en otros aspectos de la innovación, como la cesión de conocimiento por medio de patentes o licencias a entidades situadas en otros países; el desarrollo de estándares de aplicación en amplias áreas geográficas o la adaptación a las necesidades y gustos de usuarios distantes geográfica y culturalmente.

En un modelo de innovación abierta, hay ciertas capacidades de la empresa que adquieren especial relevancia y que pueden ser incluso tan importantes como su capacidad tecnológica. Podríamos mencionar las siguientes:

- Capacidad para situarse en redes internacionales y contactar con socios adecuados en distintas partes del mundo
- Capacidad para proteger tecnologías estratégicas en un contexto legislativo diferente al local y controlar los *outgoing spillovers*
- Capacidad para detectar tendencias tecnológicas que surjan en cualquier parte del mundo y absorber los *incoming spillovers*
- Capacidad para explotar las oportunidades de negocio a partir de la tecnología en el mercado global

Las posibilidades de colaboración se multiplican pero colaborar implica destinar recursos a coordinar y a proteger los resultados de la investigación en entornos más lejanos, donde las empresas

extranjerías suelen trabajar con un mayor grado de incertidumbre. Los costes de la cooperación se pueden incrementar con la distancia, no sólo geográfica, sino también cultural o normativa. En definitiva, la innovación abierta conlleva beneficios, pero también costes.

De hecho, las últimas estadísticas internacionales facilitadas por la OCDE indican que, a pesar de la creciente importancia de la globalización, la proximidad geográfica sigue teniendo un peso relevante en el modelo de innovación abierta (OCDE, 2008a).

La situación de la empresa española en este escenario se puede definir a partir de tres indicadores. En primer lugar, señalaremos que en España, según datos de la OCDE (2008a), el porcentaje de fondos privados destinados a la I+D procedentes del exterior rondaba en 2004 el 5% del total, mientras que la media para la UE-27 fue del 10% y en países como Reino Unido se acercaba al 30%. En segundo lugar, destacaremos que menos del 2% de las empresas españolas declararon haber cooperado con socios extranjeros en el periodo 2002-2004, cifra que, en el ámbito de los países de la UE, sólo quedaba por encima de Italia. Estos dos indicadores estarían reflejando que España ocupa todavía una posición por debajo de la media europea en términos de innovación abierta.

En tercer lugar, es significativo comprobar que más del 20% de las invenciones españolas para las que se solicitó patente en la Oficina Europea fueron desarrolladas en colaboración con socios extranjeros (mayoritariamente europeos). Este porcentaje no llega al 10% por término medio en la UE-25. Teniendo en cuenta la baja propensión a patentar de la empresa española, este dato parece indicar que existe una relación positiva entre cooperación internacional y solicitud de patentes.

La evidencia empírica sobre el comportamiento de la empresa española respecto a la cooperación tecnológica internacional es prácticamente inexistente, debido, en parte, a la novedad de esta tendencia, pero sobre todo a la dificultad de encontrar información completa y fiable sobre el tema. Al abordar el análisis de la participación de la empresa española en procesos de cooperación tecnológica internacional, la presente tesis doctoral se adentra en un tema inexplorado y de gran relevancia para entender la actuación del tejido empresarial español en el nuevo contexto de innovación abierta.

Desde el punto de vista del análisis del estado del arte, esta tesis propone un marco original, basado en la revisión de dos líneas de estudio paralelas y complementarias, como son la cooperación tecnológica y la internacionalización de la empresa. En la confluencia de ambas corrientes, la cooperación tecnológica internacional se ha definido en la tesis como una decisión estratégica para la empresa, que implica una transferencia de conocimiento tecnológico entre socios localizados en

distintos países con el fin de acceder a recursos complementarios, específicos de dichos socios y/o de dichos países. Con este enfoque, se unifican las aportaciones provenientes de la teoría de los costes de transacción y la dirección estratégica, de la organización industrial, la teoría de la innovación y los trabajos sobre la internacionalización de la empresa.

Por otra parte, el contexto en el que se desarrolla la investigación es el Programa Marco de I+D de la Unión Europea. Tras haber analizado detenidamente las características de este programa y los requerimientos formales que las empresas participantes deben cumplir, se han extraído dos conclusiones básicas. La primera de ellas es que los proyectos de cooperación tecnológica desarrollados en el ámbito del PM son representativos del fenómeno que se pretende analizar, es decir, la cooperación tecnológica internacional entendida como un proceso que implica la puesta en común de recursos y la transferencia de conocimiento tecnológico entre socios localizados en distintos países.

Esta representatividad, que ha sido el punto de partida para diversos estudios citados en el tercer capítulo de esta tesis doctoral, se apoya en tres consideraciones básicas:

- Los procesos de colaboración que tienen lugar en el PM responden a la iniciativa individual de los integrantes de cada consorcio, que, además, comprometen recursos y conocimientos propios para el desarrollo del proyecto común. Desde esta perspectiva, resulta evidente el significado estratégico que tiene la participación en el PM para la empresa, especialmente para aquellas que actúan como coordinadores del consorcio.
- La transferencia de conocimiento y los acuerdos sobre la explotación de resultados, aspectos cruciales en la colaboración en I+D, quedan plasmados en el denominado “acuerdo de consorcio”, que firman todos los socios, y en el contrato que define la relación entre el consorcio y la Comisión Europea.
- El componente internacional de los socios implicados en un proyecto del PM es un requisito previo para su aprobación, si bien es verdad que prevalecen las colaboraciones entre países miembros de la UE.

La segunda conclusión es que esta representatividad hay que entenderla en el contexto en el que tiene lugar la cooperación. El recorrido por la estructura del PM y sus procedimientos formales de funcionamiento han permitido identificar ciertos aspectos que determinan el tipo de cooperación analizado y el perfil de las empresas participantes.

A este respecto, la primera consideración que debe hacerse es la elevada heterogeneidad de la participación en el PM, tanto desde el punto de vista del tipo de actividad que se financia, como desde la perspectiva de las entidades que participan. La necesidad de encontrar una unidad de análisis homogénea ha aconsejado excluir en la base de datos utilizada para el análisis todas aquellas modalidades de participación distintas de los proyectos específicos y los proyectos integrados. Asimismo, sólo se han considerado los proyectos en los que participan empresas españolas, ya que el objetivo era analizar los procesos de cooperación tecnológica desde una perspectiva empresarial.

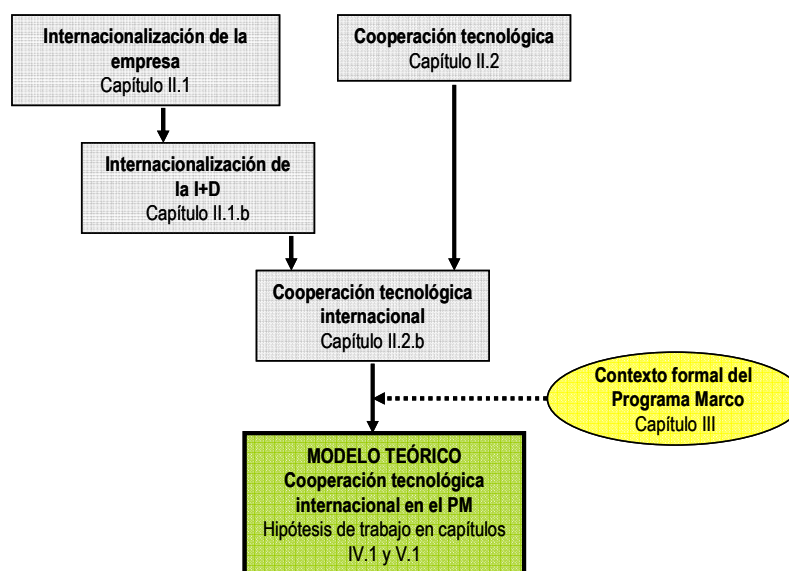
También resulta significativo el reparto del presupuesto entre diversas áreas tecnológicas, entre las que destacan las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, donde tiene lugar casi la mitad de los proyectos aprobados de la muestra. Y por lo que respecta a los instrumentos de participación, es interesante señalar que la inclusión en el VI PM de la figura de los proyectos integrados tuvo como resultado una menor presencia de la empresa española, más adaptada a proyectos de menor dimensión.

Por otra parte, las normas de funcionamiento que impone el PM permiten asegurar que los aspectos que más influyen en el éxito de la cooperación, tales como el reparto claro de tareas, la buena comunicación entre socios y el acuerdo previo para la explotación de resultados, están presentes en todos los proyectos. Sin embargo, las altas exigencias en trámites administrativos pueden incidir negativamente en la decisión de participar en el PM para un determinado perfil de empresa.

Todas estas consideraciones han sido tenidas en cuenta a la hora de elaborar las hipótesis teóricas de trabajo. Así pues, se puede afirmar que el planteamiento teórico de partida se ha basado en los resultados obtenidos en investigaciones previas a ésta y en las circunstancias que rodean a los procesos de cooperación que tienen lugar en el PM. Este planteamiento ha sido necesario para construir una serie de hipótesis teóricas cercanas a la realidad y para poder interpretar de manera fiable los resultados empíricos obtenidos.

En el capítulo II de esta tesis se describe la base de conocimiento que ha servido para construir el modelo teórico de la investigación, tal y como se representa en la Figura A.

FIGURA A
Base de conocimiento utilizada para la elaboración del modelo teórico



Por lo que respecta al análisis empírico, éste se ha dividido en dos partes. En la primera de ellas, desarrollada en el capítulo IV, se ha considerado la participación en el PM como variable representativa de la participación en proyectos de cooperación tecnológica internacional y se han determinado las variables que influyen en que la empresa española participe en ellos. Con este fin, se ha estimado la probabilidad de participación en el PM teniendo en cuenta que, en un primer paso, la empresa decide formar parte de un consorcio y después, en un segundo paso, la propuesta que presenta dicho consorcio es seleccionada y recibe financiación de la CE.

En la segunda parte, desarrollada en el capítulo V, se ha analizado la participación en el PM en comparación con otras posibilidades de cooperación tecnológica, ya sea en el entorno nacional o en el internacional. El objetivo de esta segunda fase de la investigación era aislar las variables que, en un entorno de empresas colaboradoras, se relacionan directamente con la participación en el PM.

Las conclusiones obtenidas en cada uno de los análisis empíricos llevados a cabo se han detallado por separado en los capítulos correspondientes (apartados IV.8 y V.5, respectivamente). Dado que las bases de datos y las muestras utilizadas en cada uno de dichos análisis han sido diferentes, no es posible interpretar de manera homogénea los resultados. Sin embargo, ya que uno de los objetivos de la presente tesis doctoral es ofrecer evidencia empírica acerca de la participación de la em-

presa española en proyectos de cooperación tecnológica internacional y, más concretamente, en el PM, se hace necesario ordenar el conocimiento generado en las dos investigaciones independientes en torno a las conclusiones más significativas³⁷.

Las principales conclusiones de esta investigación son, por tanto, las siguientes:

- I. **Capacidad tecnológica.** La probabilidad de participar en proyectos de cooperación tecnológica internacional está positivamente relacionada con la capacidad tecnológica de la empresa en tres dimensiones: capacidad para absorber conocimiento del exterior, capacidad para aportar conocimiento al consorcio y capacidad para gestionar la I+D. Dichas capacidades han sido relacionadas en los dos modelos econométricos con el porcentaje de inmovilizado inmaterial sobre el total del inmovilizado (capítulo IV), el porcentaje de personal dedicado a la I+D y el grado de independencia tecnológica (capítulo V). Los resultados obtenidos están en línea con las investigaciones anteriores de Belderbos y otros (2004) y, para el caso español, Heijs y Buesa (2007) y López (2008). Estos trabajos se centraban en la cooperación en general, sin distinguir la ubicación del socio, por lo tanto la presente tesis doctoral demuestra que, en el caso de la cooperación internacional, también se confirma la evidencia empírica anterior. Además, se ha comprobado que la relación entre la capacidad tecnológica de la empresa y la probabilidad de cooperar es más acentuada en el caso de los consorcios financiados por el PM que en otro tipo de cooperación, lo que refuerza la idea de que el acceso a conocimiento externo complementario al propio es uno de los motivos más importantes que impulsan a la empresa española a participar en este programa, tal y como han señalado Tsakanikas y Caloghirou (2004) en su análisis para el conjunto de las empresas europeas participantes³⁸.
- II. **Sectores de alta tecnología y TIC.** Atendiendo a la rama de actividad de la empresa, la probabilidad de cooperar con socios internacionales es mayor en aquellos sectores considerados de alta tecnología, tal y como se desprende también de los trabajos previos de Miotti y Sachwald (2003) o Bayona y otros (2001). Sin embargo, en contraste con la evidencia empírica

³⁷ Conviene señalar que las conclusiones que se señalan en este apartado no recogen la totalidad de los resultados obtenidos en los dos análisis previos por separado. Sólo se pretende resaltar algunos aspectos clave de la investigación, no resumir y compilar todas las evidencias empíricas encontradas. Por lo tanto, este apartado complementa los dos capítulos de conclusiones IV.8 y V.5., en ningún caso los sustituye.

³⁸ A este respecto cabe señalar que los trabajos sobre el impacto que tiene el PM en las empresas participantes concluyen que existe un efecto positivo en la ampliación de capacidades tecnológicas (Arnold y otros, 2008; Polt y otros, 2008; Dekker y Kleinknecht, 2008).

previa, esta tesis doctoral ha confirmado que las empresas españolas que operan en otros sectores, no considerados de alto nivel tecnológico, también tienen cabida en los consorcios, principalmente como usuarios de la tecnología. En comparación con otras alternativas de cooperación, esta tesis doctoral corrobora que la probabilidad de participar en el PM se incrementa en los sectores relacionados con los servicios y tecnologías de la información y las comunicaciones, lo que está en línea con las afirmaciones de Marín y Siotis (2002) acerca de la prioridad que la Comisión Europea ha dado a dichas áreas de investigación.

- III. **Actividad exportadora.** La presencia en mercados internacionales por medio de la exportación de bienes y servicios incrementa la probabilidad de participar en consorcios de cooperación tecnológica transfronterizos. Si bien la información disponible en esta investigación no permite defender un modelo secuencial de internacionalización de la I+D de acuerdo con las tesis de Johanson y Wiedersheim-Paul (1975), sí que se ha confirmado la existencia de cierto efecto aprendizaje procedente de la actividad comercial en el exterior que se traduce en una mayor propensión a cooperar. Esta evidencia empírica se apoya también en los resultados obtenidos por Arranz y Fernández de Arroyabe (2008), cuando afirman que la empresa española considera la cooperación en el entorno europeo como una vía para ampliar mercados. En efecto, esta tesis doctoral confirma que la mayor propensión exportadora favorece la participación de las empresas españolas en el PM, en comparación con otros casos de cooperación. Estos resultados están en línea con los obtenidos por Dekker y Kleinknecht (2008) para el caso de Países Bajos, Alemania y Francia y con los que presentan Polt y otros (2008) para el conjunto de los países miembros de la UE.
- IV. **Experiencia previa en cooperación.** Las empresas con experiencia previa en proyectos cooperativos tienen una mayor probabilidad de volver a cooperar gracias a su mayor capital relacional o ventajas de pertenecer a una red (Kale y otros, 2000) y al desarrollo de rutinas de colaboración que les permiten reducir los costes asociados a la coordinación entre socios (Dyer y otros, 2006). Los resultados obtenidos en esta tesis confirman la importancia del efecto aprendizaje a través de la participación previa en proyectos aprobados (*learning-by-doing*), coincidiendo con las conclusiones de Hernán y otros (2003). Además, esta tesis ha aportado evidencia empírica sobre la existencia de un efecto positivo asociado a la experiencia en proyectos rechazados por la Comisión Europea, lo que se denominaría un efecto *learning-by-failing*.

- V. **Redes nacionales.** La importancia del componente local en los procesos de cooperación internacional se pone de relieve a partir de los resultados obtenidos. Por una parte, se demuestra que, en línea con las investigaciones de Veugelers (2005) y Nagle y otros (2007), la mayor distancia geográfica y cultural entre los socios disminuye la probabilidad de participar en el PM. Por otra parte, los resultados confirman que, cuando el consorcio está liderado por una entidad española, dicha probabilidad aumenta. En comparación con otras alternativas de cooperación, en el PM se observa que, cuando la empresa española considera que la calidad del sistema nacional de investigación es alta, su probabilidad de obtener financiación comunitaria aumenta. Estos resultados confirman la importancia de las alianzas nacionales para reforzar e impulsar la posición de la empresa española en redes internacionales y, en concreto, en el PM.
- VI. **Cooperación con universidades.** La cooperación con universidades incrementa la probabilidad de participar en el PM. Esta evidencia está en línea con las conclusiones de Roediger-Schluga y Barber (2007) y Tsakanikas y Caloghirou (2004) y confirma que las empresas españolas que participan en el PM se caracterizan por tener relaciones más consolidadas con la universidad. Dichos resultados se explican por las peculiaridades de los proyectos financiados en el PM, más cercanos a la investigación pre-competitiva, que, habitualmente, se lleva a cabo en la universidad. También ponen de manifiesto la importancia del acceso a conocimiento como uno de los motivos para participar en el PM, ya que, como apuntan los trabajos de Santamaría y Rialp (2007 y 2007a), la colaboración con las universidades es una de las mejores opciones cuando la empresa persigue potenciar sus capacidades tecnológicas. Sin embargo, es significativo comprobar que la colaboración con centros públicos no incrementa la probabilidad de participar en el PM, lo que podría estar reflejando la necesidad de analizar los mecanismos de transferencia de tecnología en este tipo de organizaciones.
- VII. **Gestión de flujos de conocimiento (*spillovers*).** La gestión de los flujos de conocimiento o *spillovers* aparece como un factor relevante para explicar la cooperación en el entorno internacional, ya sea en el PM o en otro contexto. La capacidad para aprovechar el conocimiento procedente del exterior (*incomming spillovers*) y para controlar las salidas de conocimiento hacia el exterior (*outgoing spillovers*) es mayor en aquellas empresas que cooperan con socios extranjeros. Los resultados expuestos en esta tesis doctoral coinciden con los trabajos de Belderbos y otros (2004) y López (2008). Esto indicaría que las empresas que no han desarrollado sistemas adecuados de asimilación y protección del conocimiento, perciben un mayor riesgo asociado al entorno internacional. Las estrictas normas de protección del conoci-

miento vigentes en el PM no actuarían, según estos resultados, como un elemento disuasorio frente a otras alternativas de cooperación internacional.

Para facilitar la identificación de las conclusiones con los resultados concretos presentados en los capítulos IV y V, se ha establecido una relación directa entre unas y otros en el Cuadro 22.

Cuadro 22: Relación entre las conclusiones generales de la investigación y las hipótesis contrastadas

Conclusiones generales de la investigación	1 ^{er} análisis empírico (Capítulo IV)	2 ^o análisis empírico (Capítulo V)
I. Capacidad tecnológica	Hipótesis 1	Hipótesis 6
II. Sectores de alta tecnología y TIC	Hipótesis 5	Hipótesis 1
III. Actividad exportadora	Hipótesis 2	Hipótesis 4
IV. Experiencia previa en cooperación	Hipótesis 3	Hipótesis 8
V. Redes nacionales	Hipótesis 9	Hipótesis 7
VI. Cooperación con universidades	Hipótesis 7	Hipótesis 2
VII. Gestión de flujos de conocimiento (<i>spillovers</i>)	--	Hipótesis 3 y 4

Limitaciones y futuras líneas de investigación:

Aunque los resultados obtenidos han confirmado que la información utilizada es de gran relevancia para conocer en mayor profundidad el complejo proceso de la cooperación internacional en I+D+I, sería conveniente incorporar en el análisis información más detallada sobre dos aspectos fundamentales, como son la actividad de I+D+I de la empresa y sus estrategias de protección de los resultados de la investigación.

El primer aspecto permitiría identificar qué papel desempeña la alternativa de cooperar en el conjunto de las actividades de I+D+I de la empresa, ofreciendo así datos concretos sobre el perfil tecnológico de las compañías que cooperan y sobre las complementariedades que existen entre las distintas alternativas de llevar a cabo proyectos de I+D+I. Por su parte, la información relativa a patentes, permitiría dirigir la investigación hacia el análisis de los resultados tecnológicos que obtiene las empresas que cooperan y compararlos con las que no lo hacen. Se determinaría así en qué medida la cooperación contribuye a mejorar la capacidad tecnológica de las empresas españolas y en qué medida éstas son capaces de apropiarse del conocimiento generado dentro del consorcio.

Por otra parte, esta tesis puede considerarse el primer paso para adentrarse en el análisis del impacto que tiene la participación en el Programa Marco sobre los resultados de la empresa. Una vez conocidos los determinantes de dicha participación, una segunda línea de investigación se centrará en el análisis de sus efectos, teniendo en cuenta que éstos pueden manifestarse tanto en los resultados tecnológicos como en los económicos.

VII. PROPUESTAS PARA LOS DECISORES POLÍTICOS

A partir de los resultados obtenidos, en el presente capítulo se señalan algunos aspectos significativos desde la perspectiva de los decisores políticos interesados en fomentar la participación de la empresa española en procesos de cooperación tecnológica internacional y, concretamente, en el PM.

Uno de los factores más relevantes es la necesidad de mejorar la capacidad tecnológica de las empresas, independientemente de su tamaño, pero teniendo en cuenta que la cooperación internacional es más frecuente en aquellos sectores con mayor intensidad en I+D y en aquellas áreas tecnológicas que son consideradas prioritarias en el contexto internacional (en este caso, en el contexto del PM). Por lo tanto, para que la empresa española pueda acceder más fácilmente a los beneficios de la cooperación internacional, es esencial que las políticas nacionales de apoyo a la I+D+I tengan en cuenta las tendencias internacionales. Asimismo, esta investigación ha puesto de relieve que las empresas ubicadas en sectores considerados de nivel tecnológico medio-bajo pueden desempeñar un papel importante en los consorcios de I+D como usuarias de la tecnología. En sus políticas de apoyo a la innovación cooperativa, los decisores políticos deben valorar la importante contribución de los sectores que aplican los resultados de la I+D.

Por otra parte, el apoyo público en la búsqueda de socios y durante el proceso de formalización de la propuesta, contribuye a la reducción de los costes de coordinación y facilita el acceso a información relevante, especialmente en el caso de las Pyme. Estas labores, coordinadas por el CDTI en el caso de España, deberían continuar y reforzarse con iniciativas que mejorasen la transferencia y protección del conocimiento generado por el consorcio que son, en definitiva, los factores previos a la explotación comercial de los resultados. En el caso de las empresas españolas es fundamental promover la protección de la propiedad industrial, dada la baja propensión a patentar que tienen las organizaciones de nuestro país.

También sería conveniente reflexionar sobre la relación que existe entre la actividad exportadora de las empresas y su propensión a participar en consorcios de cooperación internacional. El comercio exterior como vía para encontrar socios tecnológicos y captar oportunidades parece ser un elemento

muy positivo para la empresa española. En este sentido, la recomendación sería analizar de qué manera se podrían obtener sinergias entre los instrumentos públicos para el fomento de las exportaciones y las políticas públicas de apoyo a la cooperación tecnológica internacional.

Considerando que el éxito en la cooperación está muy correlacionado con la experiencia previa, las políticas públicas que promuevan la participación de la empresa española en el PM deberían apoyar también a aquellos participantes que repitan, incluso si las propuestas anteriores han sido rechazadas. De esta manera, los procesos de aprendizaje, tan beneficiosos para la empresa, se verán reforzados con medidas de apoyo público. Asimismo, fomentar que las empresas españolas se conviertan en líderes de los consorcios en los que participan, contribuiría a una mayor proporción de propuestas aprobadas con participación nacional.

La participación en el PM debe ser considerada una decisión de carácter estratégico para las empresas españolas y, por tanto, aunque la ayuda financiera concedida por la CE puede ser un factor importante, es necesario promover medidas orientadas a armonizar las estrategias de I+D corporativas y los objetivos del PM, no sólo en lo que se refiere a prioridades tecnológicas, sino también en cuanto a los procedimientos formales que prevalecen en este programa.

Los resultados obtenidos confirman que la colaboración con la universidad es un factor que incrementa la probabilidad de recibir apoyo financiero en el PM. Por lo tanto, las políticas que refuercen la colaboración entre empresas y universidades serían positivas para incrementar la presencia de empresas españolas en este programa. Del mismo modo, las iniciativas orientadas a promover la interacción con grupos de investigación pertenecientes a otros centros públicos de investigación, como sería el caso de los institutos del CSIC, podría fortalecer la posición de la empresa española en el PM, ya que este terreno parece que todavía tiene un amplio potencial de desarrollo.

La evidencia empírica muestra también que aquellas empresas con una opinión favorable sobre el sistema nacional de investigación tienen una mayor probabilidad de participar en el PM. Así pues, las políticas públicas deben dar prioridad a la mejora de la capacidad tecnológica de la empresa a partir de alianzas en el ámbito nacional, pero con el objetivo de reforzar su posición en redes internacionales de cooperación tecnológica como el PM. Se trataría de fortalecer las bases nacionales de la cooperación internacional por medio de programas como CENIT (Consortios Estratégicos

Nacionales en Investigación Técnica), una iniciativa enmarcada en el Programa Ingenio 2010 y gestionada por el CDTI. El objetivo de CENIT es apoyar la creación de grandes consorcios de empresas, grupos de investigación y centros tecnológicos españoles con el fin de crear polos de excelencia tecnológica con una masa crítica suficiente para competir en el entorno internacional. A partir de estos proyectos CENIT, uno de los objetivos prioritarios debería ser presentar propuestas de calidad en el PM, de manera que los esfuerzos de las políticas nacionales se complementaran con los recursos de investigación existentes en el ámbito europeo.

En todo caso, las políticas de fomento de la innovación tecnológica empresarial deberían tener en cuenta las tendencias actuales y las posibilidades que ofrece a la empresa española el entorno abierto de la innovación. En este sentido, es fundamental prestar más atención a la capacidad de la empresa para gestionar los flujos de conocimiento (ya sean *entrantes* o *salientes*) en el contexto internacional. La cooperación permite acceder a nuevo conocimiento, pero para beneficiarse de ella es necesario encontrar una combinación óptima entre la actividad interna y la interacción con socios ubicados en otros países.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abramovsky, L., E. Kremp, A. López, T. Schmidt y H. Simpson (2009), "Understanding co-operative R&D activity: evidence from four European countries", *Economics of Innovation and New Technology*, 18(3), pp. 243-265.
- Alonso, J.A. y V. Donoso (1998), "Competir en el exterior: la empresa española y los mercados internacionales", Instituto Español de Comercio Exterior, Madrid.
- Álvarez I. y J. Molero (2004), "Las empresas multinacionales y la innovación tecnológica: dinámica internacional y perspectiva española", *Información Comercial Española* 818, pp. 101-123.
- Andersen, O. (1997), "Internationalization and Market Entry Mode: A Review of Theories and Conceptual Frameworks", *Management International Review* 37(2), pp. 27-42.
- Archibugi, D. y J. Michie (1995), "The globalization of technology: a new taxonomy", *Journal of Economics* 19, pp. 121-140.
- Archibugi, D. y J. Michie (1994), "La internacionalización de la tecnología: mito y realidad", *Información Comercial Española* 726, pp. 23 - 42.
- Archibugi, D y S. Iammarino (2002), "The globalization of technological innovation: definition and evidence", *Review of International Political Economy* 9 (1), pp. 98-122.
- Arnold, E.; T. Åström; P. Boekholt; N. Brown; B. Good; R. Holmberg; I. Meijer y G. van der Veen, (2008). *Impacts of the Framework Programme in Sweden*. Estocolmo, VINNOVA.
- Arranz, N. y J.C. Fdez. de Arroyabe (2008), "The choice of partners in R&D cooperation: An empirical analysis of Spanish firms.", *Technovation* 28, pp. 88-100.
- Badaracco, J.L. (1991), *The Knowledge Link: How firms Compete through Strategic Alliances*, Boston, Harvard Business School Press.
- Barlett, C.A. y Ghoshal, S. (1990), "Managing innovation in the transnational corporation". En C. A Bartlett.; Y. Doz y G. Hedlund (Eds.), *Managing the Global Firm*. Routledge, Londres.
- Bayona, C. T. García-Marco y E. Huerta (2001), "Firms' motivations for cooperative R&D: an empirical analysis of Spanish firms", *Research Policy* 30, pp. 1289-1307.
- Belderbos, R., M. Carree, B. Diederer, B. Lokshin y R. Veugelers (2004), "Heterogeneity in R&D cooperation strategies", *International Journal of Industrial Organization* 22, pp. 1237- 1263.
- Bilkey, W.J., y G. Tesar (1977), "The Export Behaviour of Smaller-sized Wisconsin Manufacturing Firms", *Journal of International Business Studies* 8 (1), pp. 93-98.
- Björkman, I. y Forsgren, M. (2000), "Nordic International Business Research. A Review of its Development", *International Studies of Management & Organization* 30 (1), pp. 6-25.
- Blanes, J.V. y I. Busom (2004), "Who Participates in R&D Subsidy Programs? The case of Spanish Manufacturing Firms", *Research Policy* 33, pp. 1459-1476.

- Breschi, S. y L. Cusmano (2006), "Unveiling the texture of a European Research Area. Emergence of oligarchic networks under the EU Framework Programmes" in Caloghirou, Y.; A. Constantelou and N.S. Vonortas (eds.), *Knowledge Flows in European Industry*, Routledge, Oxon.
- Buckley, P.J., y M. Casson (1976), *The Future of the Multinational Enterprise*, McMillan, Londres.
- Caloghirou, Y. y N.S. Vonortas (2000), "Science and Technology Policies Towards Research Joint Ventures", Final report for the Commission, DG XII, TSER Programme.
- Caloghirou, Y. y N.S. Vonortas (2004), "RJVs in Europe: trends, performance, impacts" en Caloghirou, Y., N.S. Vonortas y S. Ioannides (eds.), *European Collaboration in Research and Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA.
- Caloghirou, Y. y N.S. Vonortas (2004a), "Determinants of RJV formation-RJV returns" en Caloghirou, Y., N.S. Vonortas y S. Ioannides (eds.), *European Collaboration in Research and Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA.
- Caloghirou, Y., N.S. Vonortas y S. Ioannides (eds.) (2004), *European Collaboration in Research and Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA.
- Caloghirou, Y., S. Ioannides, A. Tsakanikas y N.S. Vonortas (2004a), "Subsidized research joint ventures in Europe", en Caloghirou, Y., N.S. Vonortas y S. Ioannides (eds.), *European Collaboration in Research and Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA .
- Caloghirou, Y., S. Ioannides, y N.S. Vonortas (2004b), "Research Joint Ventures: a survey of the theoretical literature", en Caloghirou, Y., N.S. Vonortas y S. Ioannides (eds.), *European Collaboration in Research and Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA .
- Cantwell, J. (1989), *Technological innovation and multinational corporations*, Blackwell, New York.
- Cantwell, J. (1992), "The internationalization of technological activity and its implications for competitiveness", en Granstrand, O., Håkanson, L. y Sjölander, S. (eds.): *Technology Management and International Business*, Wiley, Chichester.
- Cassiman, B. (1999), "Cooperación en investigación y desarrollo. Evidencia para la industria manufacturera española", *Papeles de Economía Española* 81, pp. 143-154.
- Cassiman, B., y R. Veugelers (2002), "R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium", *American Economic Review* 92 (4), pp. 1169-1184.
- Caves, R.E. (1971), "International Corporations: The Industrial Economics of Foreign Investment", *Economica* 38 (149), pp.1-27.
- CDTI (2006), *Gestión de Programas Comunitarios*. División de Programas Comunitarios. CDTI.
- CDTI (2007), *VII Programa Marco de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Demostración. Guía para el participante*. División de Programas Comunitarios. CDTI.
- CDTI (2007a) *Análisis de la participación española en el VI Programa Marco de I+D*. División de Programas Comunitarios y Departamento de Estudios. CDTI. www.cdti.es.

- Chang, S. J. (1995), "International Expansion Strategy of Japanese Firms: Capability Building through Sequential Entry", *Academy of Management Journal* 12, pp. 383-407.
- Chiesa, V. (1996), "Managing the internationalization of R&D activities", *IEEE Transactions on Engineering Management* 43 (1), pp. 7-23.
- Ciborra, C. (1991), "Alliances as learning experiences: cooperation, competition and change in high-tech industries". En L. Mytelka (Eds.), *Strategic Partnerships and the World Economy*, Londres, Pinter Publishers.
- Cincera, M., L. Kempen, B. Van Pottelsberghe, R. Veugelers y C. Villegas (2003). "Productivity Growth, R&D and the role of international collaborative agreements: some evidence for Belgian Manufacturing companies". *Brussels Economic Review*, vol. 46, num. 3, pp: 107-140.
- Cohen, W. y D. Levinthal (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation" *Administrative Science Quarterly*, 35, pp.128-152.
- Comisión Europea (1993), Crecimiento, competitividad y empleo: retos y pistas para entrara en el siglo XXI, COM (93) 700.
- Comisión Europea (1995), *Libro Verde sobre la Innovación*, COM (95) 688.
- Comisión Europea (2000), *Hacia un espacio europeo de investigación*, COM (2000) 6 final.
- Comisión Europea (2000a), *Realización del "Espacio Europeo de la Investigación": orientaciones para las acciones de la unión en el ámbito de la investigación (2002-2006)*, COM (2000) 612 final.
- Comisión Europea (2000b), *Conclusiones de la presidencia*. Consejo europeo de Lisboa, 23 y 24 de marzo de 2000.
- Comisión Europea (2001), *Propuesta de decisión relativa al Programa Marco Plurianual de la Comunidad Europea 2002-2006 de acciones de investigación*, COM (2001) 94 final.
- Comisión Europea (2002), *Reglamento (CE) n° 2321/2002 relativo a las normas de participación de empresas, centros de investigación y universidades, y a las normas de difusión de los resultados de la investigación para la ejecución del sexto programa marco de la Comunidad Europea (2002-2006)*, Diario Oficial de la Unión Europea, 30 de diciembre de 2002, num.3.
- Comisión Europea (2007), *Libro verde. El Espacio Europeo de Investigación: Nuevas perspectivas*. COM (2007) 161 final.
- Comisión Europea (2009), Evaluation of the Sixth Framework Programmes for Research and Technological Development 2002-2006. Report of the Expert Group.
- Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE). *Historia del Programa Marco de la Unión Europea*. <<http://idcrue.dit.upm.es/historia>> [Consulta: 12 junio, 2007].
- Consejo Europeo (2002). Conclusiones del Consejo Europeo de Barcelona, 15-16 de marzo de 2002.
- Coviello, N.E. y McAuley, A. (1999), "Internationalization and the Smaller Firm: A review of Contemporary Empirical Research", *Management International Review*, 39 (3), pp. 223-256.

- Crepon, B., E. Duguet y Mairesse, J. (1998), "Research and Development, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level", *Economics of Innovation and New Technology* 7(2), 115-158.
- Dalton, D y M.G. Serapio (1999), *The globalization of industrial R&D*, U.S. Department of Commerce. NTIS, Washington, DC.
- D'Aspremont, C. y A. Jacquemin (1988), "Cooperative and non-cooperative R&D in duopoly with spillovers". *The American Economic Review*, 78, pp: 1133-1137.
- Dekker, R. y A.H. Kleinknecht (2008), "The EU Framework Programs: Are they worth doing?". MPRA Paper, num. 8503. Universidad de Munich.
- Dodgson M. (1991), "Technological learning, technology strategy and competitive pressures", *British Journal of Management*, 2 (2), pp: 133-149.
- Dodgson M. (1994), "Technological Collaboration and Innovation". En Dodgson, M. y Rothwell, R. (eds), *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar.
- Dosi, G ed. (1988): *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, London.
- DTI–Office of Science and Technology (2004). *Targeted Review of Added Value Provided by International R&D Programmes*, Londres. <http://www.berr.gov.uk/files/file14840.pdf>.
- Dunning, J. H. y R. Narula (1995), "The R&D activities of foreign firms in the US.", *International Studies of Management and Organization* 25, pp. 39-73.
- Dunning, J.H. (1981), *International Production and the Multinational Enterprise*, Allen & Urwin, London.
- Dunning, J.H. (1995), "Reappraising the eclectic paradigm in an age of alliance capitalism", *Journal of International Business Studies* 26 (3), pp. 461-492.
- Dyer, H.J., B.C. Powell, M. Sakakibara y A.J. Wang (2006), "Determinants of Success in R&D Alliances". NISTIR 7323. NIST, U.S. Department of Commerce.
- Ellis, P. (2000), "Social Ties and Foreign Market Entry", *Journal of International Business Studies* 31(3), pp. 443-469.
- Feinberg, S y A. Gupta (2003), "Knowledge spillovers and the assignment of R&D responsibilities to foreign subsidiaries", *Smith Papers Online*. Robert H. Smith School of Business.
- Flor Peris (2003), *La influencia de la innovación tecnológica sobre el comportamiento internacional de la empresa*. Instituto de Estudios Económicos. Madrid.
- Fonfría, A. (1997), "Factores tecnológicos y estructurales explicativos de la internacionalización de las empresas innovadoras". Documentos de trabajo del Instituto de Análisis Financiero, nº4.
- Freeman, C y L. Soete (1990), *New Explorations in the Economics of Technical Change*, Pinter Publishers, Londres.
- Galán, J.I., Galende, J. y J. González (2000), " Factores determinantes del proceso de internacionalización. El caso de Castilla y León comparado con la evidencia española", *Economía Industrial* 333, pp. 33-48.

- Galván, I. (2003), "La formación de la estrategia de selección de mercados exteriores en el proceso de internacionalización de las empresas". Tesis doctoral presentada en la Universidad de Las Palmas de Gran Canarias.
- Gassmann, O. y M. von Zedtwitz (1999), "New concepts and trends in international R&D organization", *Research Policy* 28, pp. 231-250.
- Georghiou, L. (2001), "Evolving frameworks for European collaboration in research y technology" *Research Policy* 30, pp. 891-903.
- Gerybadze, A. y G. Reger (1999), "Globalization of R&D: recent changes in the management of innovation in transnational corporations", *Research Policy* 28, pp. 251-274.
- Glaister, K. W. (1996), "Theoretical perspectives on strategic alliance formation", en P.E. Earl (Eds.), *Management, Marketing and the Competitive Process*, Cheltenham, UK and Brookfield, USA, Edward Elgar.
- Hagedoorn, J. (2002), "Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960", *Research Policy* 31, pp. 477-492.
- Hagedoorn, J. (1993), "Understanding the rationale of strategic technology partnering: inter-organizational modes of cooperation and sectoral differences", *Strategic Management Journal*, 14, pp:371-385.
- Hagedoorn, J., A. Link y N. Vonortas (2002), "Research Partnerships", *Research Policy* 29, pp. 567-586.
- Hakansson, L. (1990), "International Decentralization of R&D. The Organizational Challenges". En Barlett, C.A., Doz, Y., Hedlund, G. (Eds.). *Managing the Global Firm*. Routledge, Londres.
- Hakansson, J. y J. Johanson (1984). "A model of industrial networks", Working Paper, Department of Business Administration, University of Uppsala.
- Hakansson, L. y R. Nobel (1993), "Foreign Research and Development in Swedish Multinationals". *Research Policy*, Vol. 22, No. 5-6, pp. 373-396.
- Hamel, G.; Y.L. Doz y C.K. Prahalad (1989), "Collaborate with your competitors – and win", *Harvard Business Review*, Ene-Feb, pp: 133-139.
- Heijs, J. (2005), "Do public policies that foster co-operation in innovation augment the co-operative attitude?: the empirical facts". Documentos de trabajo del Instituto de Análisis Financiero, nº 52.
- Heijs, J. (2004), "Innovation capabilities and learning: a vicious circle". *International Journal of Innovation and Learning*, 5, otoño 2004, pp. 263-278.
- Heijs, J. and M. Buesa Eds. (2007), *La cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- Hernán, R., P. Marín y G. Siotis (2003), "An empirical evaluation of the determinants of research joint venture formation", *Journal of Industrial Economics* 51(1), pp. 75-89.
- Hirsch, S. (1976), "An International Trade and Investment Theory of the Firm," *Oxford Economic Papers*, 28 (2), pp. 258-70.
- Hladik, K.J. (1985), *International joint ventures*, Lexington (MA), Lexington Books.

- Hymer, S. (1976), *The International Operations of National Firms: A Study of Direct Foreign Investment*, MIT Press, Boston MA.
- INE (2006), *Indicadores de Ciencia y Tecnología. Año 2004*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Jaffe, A. (1996), "Economic analysis of research spillovers: implications for the Advances Technology Program", Discussion Paper, Advanced Technology Program. National Institute of Standards and Technology.
- Johanson, J., y F. Wiedersheim-Paul (1975), "The internationalization of the firm-four Swedish cases", *Journal of Management Studies* 12, pp. 305-322.
- Johanson, J., y Mattson, L.-G. (1988), "Internationalisation in industrial systems- a network approach", en N. Hood y J.E. Vahlne (eds.): *Strategies in Global Competition*, Croom Helm, Londres, pp. 287-314.
- Johanson, J., y Vahlne, J.-E. (1990), "The mechanism of internationalization", *International Marketing Review* 7 (4), pp. 11-24.
- Kale, P., H. Singh y H. Perlmutter (2000), "Learning and Protection of Proprietary Assets in Strategic Alliances: Building Relational Capital", *Strategic Management Journal* 21, pp. 217-237.
- Katsoulacos, Y. y D. Ulph (1997), "Technology policy: a selective review with emphasis on European policy and the role of RJVs", en Poyago-Theotoky, J.A. (ed.): *Competition, Cooperation, Research and Development: The Economics of Research Joint Ventures*, Macmillan, London, pp. 13-38.
- Kindleberger, C.P. (1969), *American Business Abroad*, Yale University Press, New Haven.
- Kuemmerle, W. (1997), "Building effective R&D capabilities abroad", *Harvard Business Review*, marzo-abril, pp. 61-70.
- Kuemmerle, W. (1999), "Foreign direct investment in industrial research in the pharmaceutical and electronics industries-results from a survey of multinational firms", *Research Policy* 28, pp. 179-194.
- Link, A.N. y L.L. Bauer (1989), *Cooperative Research in US Manufacturing: Assessing Policy Initiatives and Corporate Strategies*. Lexington Books, Lexington. M.A.
- López, A. (2008), "Determinants for R&D cooperation: Evidence from Spanish manufacturing firms", *International Journal of Industrial Organisation*, 26 (1), pp. 113-136.
- Lundin, P., E. Frinking y C. Wagner (2004), "International collaboration in R&D. Structure y dynamics of private sector actors", Gaia Group Oy. Helsinki.
- Madhok, A. (1997), "Cost, Value and Foreign Market Entry Mode: The Transaction and the Firm", *Strategic Management Journal* 18, pp. 39-61.
- Malerba, F. y L. Orsenigo (1996), "Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific", *Research Policy*, 25, pp. 451-478.
- Marimón, R. (2004), *Evaluation of the effectiveness of the new instruments of Framework Programme VI; observations and recommendations of the high level panel of independent experts concerning the new instruments of the 6th Framework Programme*. Comisión Europea

- Marín, P.L. y G. Siotis (2002), "Public policies towards research joint venture formation: Designs and outcomes", CEPR Discussion Paper 3772. Center for Economic Policy Research.
- Martin, S. (1994), "Private and social incentives to form R&D joint ventures", *Review of Industrial Organization* 9, pp:157-171.
- Martin, S. (1999), "Spillovers, appropriability and R&D", Working Paper. Centre for Industrial Economics, Institute of Economics, University of Copenhagen.
- Miotti, L. y F. Sachwald (2003), "Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis". *Research Policy* 32, pp. 1481-1499.
- Molero, J. (1998), "Patterns of internationalization of Spanish innovatory firms", *Research Policy* 27, pp. 541-558.
- Moskalev, S.A. y R.B. Swensen (2007), "Joint ventures around the globe from 1990-2000: Forms, types, industries, countries y ownership patterns", *Review of Financial Economics* 16, pp. 29-67.
- Nagle, M., T. van der Valk, F. Alkemade y M. Hekkert (2007), "Stimulating international cooperation in technology based sectors: a framework based on cooperative distance", presentado en la "Conference on Corporate R&D 2007 (CONCORD)", IPTS, Sevilla, España.
- Narula, R. (2007), "Technology alliances: a primer and the main issues", Presentación en CDTI, Madrid.
- Narula, R. (2003), "Globalisation and trends in international R&D alliances", Doc. 2003-001, MERIT-Infonomics research memorandum series.
- Narula, R., y J. Hagedoorn (1998), "Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements", *Technovation* 19, pp. 283-294.
- National Science Board (2008). *Science y Engineering Indicators 2008*. Two volumes. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Navaretti G.-B., P. Bussoli, G. Graevenitz, y D. Ulph (2002), "Information sharing, research coordination and membership in research joint ventures", *CEPR Discussion Paper* 3134. Center for Economic Policy Research.
- Nelson, R.R. y S.G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economics Change*, Cambridge. Harvard University Press.
- Nieto, M.J. y L. Santamaría (2007) "The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation". *Technovation* 27, pp. 367-377.
- Nieto, M.J. y L. Santamaría (2006) "Technological collaboration: Bridging the innovation gap between small and large firms." Documentos de trabajo de la Universidad Carlos III de Madrid 06-66.
- Niosi, J. (1995), *Flexible Innovation. Technological Alliances in Canadian Industry*. McGill-Queen's University Press. Montreal and Kingston.
- Niosi, J. (1999), "The internationalization of R&D: from technology transfer to the learning organization", *Research Policy* 28, pp. 107-117.

- Niosi, J. y B. Godin (1999), "Canadian R&D abroad management practices", *Research Policy* 28, pp. 215-230.
- OCDE (2007), *OCDE Science, Technology and Industry Scoreboard*, OCDE.
- OCDE (2008), *The internalization of business R&D: Evidences, impacts and implications*, OCDE.
- OCDE (2008a), *Open innovation in Global Networks*, OCDE.
- Ohlin (1933), *Comercio interregional e internacional*. Editorial Oikos, Barcelona, 1971.
- Patel, P y K. Pavitt (1997), "The technological competencies of the world's largest firms: complex and path dependent, but not much variety", *Research Policy* 26, pp. 141-156.
- Patel, P. y M. Vega (1999), "Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages", *Research Policy* 28, pp. 145-156.
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy* 13, pp. 343-373.
- Penrose. E.T. (1959), *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford, Oxford University Press.
- Polt, W.; N. Vonortas y R. Fisher (2008), *Innovation Impact, Final report to the European Commission*, Brussels: DG Research.
- Porter, M.E. (1986), "Changing patterns of international competition", *California Management Review* 28, pp. 9-40.
- Porter, M.E. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press, Nueva York.
- Porter, M.E. y M.B. Fuller (1986), "Coalitions and global strategy". En M.E. Porter (Eds.), *Competition in Global Industries*. Boston, M.A. Harvard Business School Press.
- Pyka, A. y P. Saviotti (2002), "Innovation Networks in the Biotechnology-Based Sectors," Discussion Paper Series 220, University of Augsburg, Institute for Economics.
- Rialp, A. y Rialp, J. (2001), "Conceptual Frameworks on SMEs' Internationalization: Past, Present, and Future Trends of Research". En Axinn, C.N. & P. Matthyssens (eds., 2001), *Reassessing the Internationalization of the Firm* (Advances in International Marketing, Vol. 11), JAI/Elsevier Inc., Holanda, pp. 49-78.
- Richardson, G.B. (1972), "The organisation of industry", *Economic Journal*, 82, pp.883-896.
- Robertson, T. y H. Gatignon (1998): "Technology development mode: a transaction cost conceptualization". *Strategic Management Journal*, Vol. 19, pp. 515-531.
- Roediger-Schluga, T. y M.J. Barber (2006), "The structure of R&D collaboration networks in the European Framework Programmes", *UNU-Merit Working Paper Series* 2006-36.
- Roediger-Schluga, T. y M.J. Barber (2007), "R&D collaboration networks in the European Framework Programmes: Data processing, networks construction and selected results", *UNU-Merit Working Paper Series* 2007-32.
- Röller, L., M. Tombak, y R. Siebert. (2007). "Why firms form (or do not form) RJVS". *Economic Journal* 522 (117): 1122-44.
- Ronstadt, R.C. (1977), *R&D abroad by U.S. Multinationals*, Praeger, New York.

- Ronstadt, R.C. (1984), "R&D Abroad by U.S. Multinationals". En Stobaugh. R., Wells Jr. (Eds.), *Technology Crossing Borders*. Harvard Business School Press, Boston.
- Rothwell, R. y Dodgson, M. (1991), "External linkages and innovation in small and medium-sized enterprises". *R&D Management*, 21, N° 2, pp. 125-136.
- Sakakibara, M. (1997), "Heterogeneity of Firm Capabilities and Cooperative Research and Development: An Empirical Examination of Motives", *Strategic Management Journal*, 18 (6), pp. 143-165.
- Sánchez, R.A. (1995), "Strategic flexibility in product competition", *Strategic Management Journal* 16, pp. 135-159.
- Santamaría, L. y J. Rialp (2007), "La elección del socio en las cooperaciones tecnológicas: un análisis empírico". *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 31.
- Santamaría, L. y J. Rialp (2007a), "Determinantes de la elección del socio tecnológico: especificidades sectoriales y de tamaño". *Cuadernos Económicos del ICE* 73, pp. 37-64.
- Schmidt, T., (2007), "Motives for Innovation Co-operation. Evidence from the Canadian Survey of Innovation", ZEW Discussion Paper 07-018.
- Siune, K., E. K. Schmidt y K. Aagaard (2006), "Implementation of European Research Policy", *Science y Public Policy* 32 (5), pp. 375-384.
- Surroca, J. y L. Santamaría (2007). "La cooperación tecnológica como determinante de los resultados empresariales". *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 33.
- Teece, D.J., Pisano, G. y A. Shuen (1997), "Dynamic capabilities y strategic management", *Strategic Management Journal* 18, pp. 509-533.
- Teece, D. J. (1986), Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy", *Research Policy* 15 (6), pp. 285-305.
- Tsakanikas, A. y Y. Caloghirou (2004), "RJV formation by European firms: strategic considerations", en Caloghirou, Y., N.S. Vonortas y S. Ioannides (eds.), *European Collaboration in Research and Development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA.
- Van den Berghe, D., (2004), "Multiple dimensions of international strategy", Presentación en el Curso de Verano "Los intangibles de la internacionalización", El Escorial, Madrid.
- Vernon, R. (1966), "International investment and international trade in the product cycle", *Quarterly Journal of Economics*, May, pp.190-207.
- Veugelers, R. (2005), "Internationalization of R&D: Trends, issues and implications for S&T policies". Forum on the Internationalization of R&D. OCDE.
- Veugelers, R. Y B. Cassiman (2005), "R&D Cooperation between Firms and Universities. Some Empirical Evidence from Belgian Manufacturing", *International Journal of Industrial Organization*, 23 (5/6), pp. 355-379.
- Veugelers, R. y K. Kesteloot (1994). "On the design of stable joint ventures", *European Economic Review*, 38 (9), pp. 1799-1815.
- Von Hippel, E. (1989), "New Product Ideas from 'Lead Users'", *Research Management*, 32, No. 3, pp. 24-27.

- Von Zedtwitz, M. y O. Gassmann (2002), "Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development", *Research Policy* 31, pp. 569-588.
- Wang, J.C. (1994), "Cooperative research in a newly industrialized country: Taiwan", *Research Policy*, 23, pp. 697-711.
- Wernerfelt, B. (1984), "A Resource-Based View of the Firm", *Strategic Management Journal* 5, pp.171-180.
- Williamson, O. (1975), *Markets and Hierarchies: Analysis and antitrust implications*, The Free Press, Nueva York.
- Williamson, O. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, Free Press, New York.
- Williamson, O. (1996), *The Mechanisms of Governance*, Oxford University Press, Oxford.
- Zander, I. (1999), "How do you mean 'global'? An empirical investigation of innovation networks in the multinational corporation", *Research Policy* 28, pp. 195-214.
- Zejan, M.C. (1990), "R&D activities in affiliates of Swedish multinational enterprises", *Scandinavian Journal of Economics* 92 (3), pp. 487-500.

IX. INDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

Cuadros	Página
Cuadro 1: Objetivos de la investigación	13
Cuadro 2: La internacionalización de la empresa en la literatura	18
Cuadro 3: Modelos explicativos de la internacionalización de la I+D	24
Cuadro 4: La cooperación tecnológica en la literatura	28
Cuadro 5: Cooperación tecnológica y empresa española: trabajos empíricos	42
Cuadro 6: El Programa Marco de I+D de la Unión Europea (I – V)	52
Cuadro 7: El VI Programa Marco de I+D de la Unión Europea	56
Cuadro 8: El VII Programa Marco de I+D de la Unión Europea	57
Cuadro 9: Modalidades de Participación en el Programa Marco	60
Cuadro 10: Ciclo de vida de un proyecto de I+D+I en el PM	62
Cuadro 11: La cooperación tecnológica en el PM de I+D+I: evidencia empírica a partir de micro-datos	72
Cuadro 12: Características de la empresa española en la muestra: estadísticos descriptivos	98
Cuadro 13: Características del consorcio y del proyecto: estadísticos descriptivos	101
Cuadro 14: Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar ayudas del PM. Modelo Probit	104
Cuadro 14 (cont.): Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar ayudas del PM. Modelo Probit	105
Cuadro 15: Determinantes de la decisión de participar en el PM según el tamaño de la empresa. Modelo Probit	108
Cuadro 15 (cont.): Determinantes de la decisión de participar en el PM según el tamaño de la empresa. Modelo Probit	109
Cuadro 16: Determinantes de la concesión de la ayuda en el PM. Modelo Probit	112
Cuadro 17: Hipótesis, variables y resultados	115
Cuadro 18: Cooperación en el PM versus otros tipos de cooperación. Estadísticas descriptivas	133
Cuadro 19: Participación en el PM. Empresas que cooperan. Modelo probit	140
Cuadro 20: Participación en el PM. Empresas que cooperan con socios internacionales. Modelo Probit	142
Cuadro 21: Hipótesis y variables	145
Cuadro 22: Relación entre las conclusiones generales de la investigación y las hipótesis contrastadas	158

Gráficos	Página
Gráfico 1: Esquema conceptual aplicado a la cooperación tecnológica internacional	46
Gráfico 2: Evolución del presupuesto total asignado al Programa Marco de I+D+I	51
Gráfico 3: Evolución de las propuestas presentadas al PM y tasa de éxito (1995-2005)	83
Gráfico 4: Evolución del coste anual medio de las propuestas presentadas en el PM con participación de empresas españolas (1995-2005)	87
Gráfico 5: Consorcios con participación de empresas españolas presentados en el PM. Distribución del número de socios según el tipo de organización (1995-2005)	87
Gráfico 6: Propuestas aprobadas en el PM con participación de empresas españolas. Distribución por áreas tecnológicas (1995-2005)	88
Gráfico 7: Propuestas aprobadas en el PM con participación de empresas españolas. Distribución por procedencia del coordinador (1995-2005)	89
Gráfico 8: Proyectos financiados liderados por entidades españolas (1995-2005). Distribución por áreas tecnológicas	90
Gráfico 9: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005)	91
Gráfico 10: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según la edad de la empresa en el momento de su participación	92
Gráfico 11: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según el sector de actividad de la empresa (%)	93
Gráfico 12: Participaciones de empresas españolas en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según la ubicación geográfica de la empresa	93
Gráfico 13: Empresas españolas participantes en proyectos financiados por el PM (1995-2005). Distribución según el número de proyectos en los que participa la empresa	94
Gráfico 14: Empleados en I+D según el tipo de cooperación	135
Gráfico 15: Propensión exportadora por tipo de cooperación. Exportaciones sobre ventas totales	136

X. ANEXOS

X.1. ANEXO I: CLASIFICACIÓN DE SECTORES DE ALTA TECNOLOGÍA

Cuadro A1

Clasificación de sectores alta y media-alta tecnología

NACE-Rev.1	Sectores
	Manufacturas de alta y media-alta tecnología
24	Industria química
29	Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico
30	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos
31	Fabricación de maquinaria y material eléctrico
32	Fabricación de material electrónico...
33	Fabricación de equipo e instrumentos medico-quirúrgicos,...
34	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semi-remolques
35	Fabricación de otro material de transporte
	Servicios de alta tecnología
64	Correos y telecomunicaciones
72	Actividades informáticas
73	Investigación y desarrollo

X.2. ANEXO II: DEFINICIÓN DE VARIABLES I

Actividad exportadora: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha exportado durante el periodo.

Área tecnológica:

- **Información y comunicaciones:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- **Nuevos materiales:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de los nuevos materiales.
- **Energía y medio-ambiente:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de la energía y el medio-ambiente.
- **Transporte:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías del transporte.
- **Agro-alimentación:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de la agro-alimentación.
- **Aeronáutica y espacio:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías aeronáutica y aeroespacial.
- **Programas de innovación:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con los programas de innovación.

Año de la propuesta: Conjunto de variables dicotómicas que toman valor 1 cuando la propuesta ha sido presentada ese año.

Cotización en bolsa: Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cotiza en bolsa durante el periodo.

Distancia geográfica: Porcentaje que representan dentro del consorcio los socios de Europa del norte, de Europa del este y de países no pertenecientes a la UE. Este porcentaje se multiplica por 2 ó 3 si los socios proceden, respectivamente, de 2 ó 3 de las áreas geográficas mencionadas. Por ejemplo, en el caso de un consorcio formado por una empresa española, una organización francesa, otra polaca y otra noruega, el índice se calcularía: $0,50 \times 2$. Si, además, participara una organización canadiense, sería: $0,60 \times 3$.

Experiencia previa en propuestas del PM: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha presentado una propuesta de proyecto de cooperación en I+D en la edición del PM inmediatamente anterior respecto a la del año en curso.

Experiencia previa en proyectos del PM: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha participado en un proyecto de cooperación en I+D financiado en la edición del PM inmediatamente anterior respecto a la del año en curso.

Manufacturas de alta o media-alta tecnología: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un sector manufacturero de alta o media-alta tecnología (códigos NACE-2 dígitos: 24, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35)

Nacionalidad del líder:

- **Alemán:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es alemán.
- **Español:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es español.
- **Francés:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es francés.
- **Holandés:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es holandés.
- **Británico:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es del Reino Unido.
- **Italiano:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es italiano.

Participación de organismos públicos: Proporción que representa el número de organismos públicos participantes en el consorcio sobre el número total de socios.

Presupuesto por programa específico: Porcentaje del total del presupuesto de la edición del PM correspondiente asignado a cada programa específico.

Proporción de inmovilizado inmaterial: Proporción que representa el inmovilizado inmaterial sobre el total del inmovilizado en el año.

Proyecto aprobado el año anterior: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa presentó una solicitud el año anterior que fue financiada.

Proyecto rechazado el año anterior: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa presentó una solicitud el año anterior que fue rechazada.

Ratio de solvencia: Proporción que representan los fondos propios sobre el pasivo a largo plazo de la empresa en el año.

Región:

- **Cataluña:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en Cataluña.
- **Madrid:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en Madrid.
- **País Vasco:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en el País Vasco.
- **Valencia:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en Valencia.

Servicios de alta tecnología: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un sector de servicios de alta tecnología (códigos NACE-2 dígitos: 64, 72, 73)

Tamaño de la empresa: Número de trabajadores en el año (en log.).

Tamaño del consorcio: Número total de socios (empresas, organismos públicos u otras instituciones) del consorcio (en log.).

VI FP: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha participado en la sexta edición del Programa Marco.

X.3. ANEXO III: RESULTADOS DETALLADOS DE LAS ESTIMACIONES I**Cuadro A.III.1: Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar ayudas del PM.
Modelo Probit (1)**

Random-effects probit regression			Number of obs		=	55981
Group variable (i): id			Number of groups		=	10423
Random effects u_i ~ Gaussian			Obs per group: min		=	1
			avg		=	5.4
			max		=	14
			Wald chi2(18)		=	3408.50
Log likelihood = -7700.2495			Prob > chi2		=	0.0000

Solicitud		Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]

IV FP		-.0256615	.0242579	-1.06	0.290	-.0732062 .0218832
Exp. en propuestas		.5493708	.0349206	15.73	0.000	.4809276 .617814
Exp. proy. aprobad.		1.485989	.0617834	24.05	0.000	1.364896 1.607083
Exp. proy. rechaz.		1.55329	.0420918	36.90	0.000	1.470791 1.635788
Actividad exportac.		.1448108	.0301692	4.80	0.000	.0856802 .2039414
Ratio solvencia		-.0007097	.0002562	-2.77	0.006	-.0012118 -.0002076
Activos intangibles		.1520893	.0576248	2.64	0.008	.0391467 .2650319
Cotiza bolsa		.5512577	.0950661	5.80	0.000	.3649316 .7375839
De 10 a 49 empl.		-.2441277	.0495339	-4.93	0.000	-.3412123 -.147043
De 50 a 99 empl.		-.4234878	.0544517	-7.78	0.000	-.5302111 -.3167645
De 100 a 199 empl.		-.479047	.0558084	-8.58	0.000	-.5884295 -.3696645
Más de 200 empl.		-.4816676	.0499484	-9.64	0.000	-.5795646 -.3837705
País Vasco		.4182354	.0502525	8.32	0.000	.3197424 .5167285
Cataluña		.1519707	.0390225	3.89	0.000	.0754881 .2284534
Madrid		.2121597	.0390515	5.43	0.000	.1356201 .2886993
Valencia		.1487261	.052968	2.81	0.005	.0449108 .2525414
Manuf. alt-med tec.		.0726468	.0378503	1.92	0.055	-.0015385 .1468321
Serv. alta tec.		.5843265	.0462407	12.64	0.000	.4936964 .6749565
Constante		-2.122131	.0574099	-36.96	0.000	-2.234653 -2.00961

/lnsig2u		-1.189048	.1028124			-1.390556 -.9875391

sigma_u		.5518252	.0283672			.4989356 .6103214
rho		.2334293	.0183973			.1993189 .2713984

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) = 131.20 Prob >= chibar2 = 0.000

**Cuadro A.III.2: Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar ayudas del PM.
Modelo Probit (2)**

```

Random-effects probit regression          Number of obs      =      55981
Group variable (i): id                  Number of groups   =      10423

Random effects u_i ~ Gaussian            Obs per group: min =          1
                                           avg =          5.4
                                           max =          14

                                           Wald chi2(23)      =      3527.79
Log likelihood = -7628.2939              Prob > chi2        =      0.0000

```

Solicitud	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
2000	-.0388658	.0556686	-0.70	0.485	-.1479742	.0702427
2001	-.0413767	.0556082	-0.74	0.457	-.1503668	.0676134
2002	-.3131859	.0584824	-5.36	0.000	-.4278093	-.1985624
2003	.0591113	.0551124	1.07	0.283	-.0489071	.1671296
2004	-.2809358	.0586138	-4.79	0.000	-.3958167	-.1660549
2005	-.2675149	.0600518	-4.45	0.000	-.3852143	-.1498154
Exp. en propuestas	.5325019	.035409	15.04	0.000	.4631015	.6019023
Exp. proy. aprobad.	1.500581	.0614985	24.40	0.000	1.380046	1.621116
Exp. proy. rechaz.	1.57254	.0412905	38.08	0.000	1.491612	1.653468
Actividad exportac.	.1412903	.0305548	4.62	0.000	.081404	.2011766
Ratio solvencia	-.0007394	.0002596	-2.85	0.004	-.0012481	-.0002306
Activos intangibles	.1640024	.0583557	2.81	0.005	.0496274	.2783775
Cotiza bolsa	.5664581	.096562	5.87	0.000	.3772001	.7557161
De 10 a 49 empl.	-.2493311	.05006	-4.98	0.000	-.3474469	-.1512153
De 50 a 99 empl.	-.4238398	.0550602	-7.70	0.000	-.5317558	-.3159238
De 100 a 199 empl.	-.4787056	.0563272	-8.50	0.000	-.5891048	-.3683064
Más de 200 empl.	-.4759938	.0503903	-9.45	0.000	-.5747571	-.3772306
País Vasco	.4263233	.0508419	8.39	0.000	.326675	.5259716
Cataluña	.1556947	.0395567	3.94	0.000	.0781649	.2332246
Madrid	.2131907	.0395912	5.38	0.000	.1355933	.2907881
Valencia	.1518666	.0536863	2.83	0.005	.0466434	.2570897
Manuf. alt-med tec.	.0752405	.0384179	1.96	0.050	-.0000572	.1505381
Serv. alta tec.	.5956426	.0465839	12.79	0.000	.5043398	.6869454
Constante	-2.029917	.0722665	-28.09	0.000	-2.171557	-1.888278
/lnsig2u	-1.133309	.0912725			-1.3122	-.9544183
sigma_u	.5674205	.025895			.518871	.6205127
rho	.2435509	.0168155			.2121189	.2779971

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) = 149.03 Prob >= chibar2 = 0.000

**Cuadro A.III.3: Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar ayudas del PM.
Modelo Probit (3)**

```

Random-effects probit regression          Number of obs      =      55981
Group variable (i): id                  Number of groups   =      10423

Random effects u_i ~ Gaussian            Obs per group: min =         1
                                           avg  =         5.4
                                           max  =         14

Log likelihood = -7537.1797              Wald chi2(39)      =      3650.91
                                           Prob > chi2        =      0.0000

```

	sol	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
2000		-.0362005	.055958	-0.65	0.518	-.145876	.0734751
2001		-.040432	.0559116	-0.72	0.470	-.1500166	.0691526
2002		-.3152008	.0588266	-5.36	0.000	-.4304988	-.1999028
2003		.0606586	.0554203	1.09	0.274	-.0479632	.1692805
2004		-.2823025	.0589484	-4.79	0.000	-.3978391	-.1667658
2005		-.2722481	.0604271	-4.51	0.000	-.3906831	-.1538132
Exp. en propuestas		.5041772	.0355874	14.17	0.000	.4344273	.5739272
Exp. proy. aprobad.		1.472748	.0619973	23.76	0.000	1.351235	1.59426
Exp. proy. rechaz.		1.552057	.0418553	37.08	0.000	1.470022	1.634092
Actividad exportac.		.1700322	.0315112	5.40	0.000	.1082713	.2317931
Ratio solvencia		-.0007464	.0002625	-2.84	0.004	-.0012609	-.000232
Activos intangibles		.1166529	.0589728	1.98	0.048	.0010683	.2322376
Cotiza bolsa		.5385411	.0973596	5.53	0.000	.3477198	.7293625
De 10 a 49 empl.		-.2299995	.0503471	-4.57	0.000	-.328678	-.131321
De 50 a 99 empl.		-.3983563	.0554843	-7.18	0.000	-.5071036	-.2896091
De 100 a 199 empl.		-.4525132	.0569058	-7.95	0.000	-.5640465	-.3409799
Más de 200 empl.		-.4387468	.0510781	-8.59	0.000	-.538858	-.3386356
País Vasco		.3990962	.0513566	7.77	0.000	.298439	.4997533
Cataluña		.1576642	.0401088	3.93	0.000	.0790525	.236276
Madrid		.1726825	.0405256	4.26	0.000	.0932538	.2521113
Valencia		.1616225	.0540465	2.99	0.003	.0556933	.2675518
Confección, cuero..		.2984568	.1268914	2.35	0.019	.0497543	.5471594
Edición y artes gr.		.2644537	.1129522	2.34	0.019	.0430715	.4858359
Energía		.6340076	.1120705	5.66	0.000	.4143535	.8536617
Hostelería		-1.222844	.3265071	-3.75	0.000	-1.862786	-.5829019
Servicios a empresa		.3013466	.0450166	6.69	0.000	.2131156	.3895776
Admón. Pública		1.124352	.3283864	3.42	0.001	.4807264	1.767978
Educación		.5495588	.1208488	4.55	0.000	.3126995	.7864181
Industria química		.0795592	.0649825	1.22	0.221	-.0478041	.2069225
Maquinaria y equip...		.0413161	.0704242	0.59	0.557	-.0967128	.179345
Máquinas oficina...		.5579223	.230246	2.42	0.015	.1066484	1.009196
Maquinaria electr.		.1077718	.1005145	1.07	0.284	-.089233	.3047767
Material electróni.		.3507448	.1138068	3.08	0.002	.1276876	.573802
Equipos instrument		.2927135	.1357679	2.16	0.031	.0266134	.5588136
Vehículos motor...		.0216755	.1025628	0.21	0.833	-.1793439	.2226949
Otro mat. transp...		.6286895	.1193214	5.27	0.000	.3948239	.8625551
Correos y telecom.		.8206162	.0983188	8.35	0.000	.6279148	1.013318
Activ. informáticas		.6270814	.0569439	11.01	0.000	.5154733	.7386895
Servicios I+D		.9264269	.0987342	9.38	0.000	.7329115	1.119942
_cons		-2.11681	.0743856	-28.46	0.000	-2.262603	-1.971017
/lnsig2u		-1.160919	.0985449			-1.354063	-.9677744
sigma_u		.5596412	.0275749			.5081231	.6163827
rho		.2385004	.0178975			.2052069	.2753243

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) = 130.97 Prob >= chibar2 = 0.000

Cuadro A.III.4: Determinantes de la decisión de participar en el PM según el tamaño de la empresa. Modelo Probit (PYME)

Random-effects probit regression	Number of obs	=	33953
Group variable (i): id	Number of groups	=	7537
Random effects u_i ~ Gaussian	Obs per group: min	=	1
	avg	=	4.5
	max	=	14
Log likelihood = -4830.4683	Wald chi2(35)	=	2289.47
	Prob > chi2	=	0.0000

	sol	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
2000		-.0794236	.0681226	-1.17	0.244	-.2129415	.0540943
2001		-.052416	.0680858	-0.77	0.441	-.1858617	.0810298
2002		-.3168695	.0718331	-4.41	0.000	-.4576599	-.1760792
2003		.0551102	.0673582	0.82	0.413	-.0769094	.1871299
2004		-.2706888	.0720253	-3.76	0.000	-.4118558	-.1295218
2005		-.2442775	.0741452	-3.29	0.001	-.3895995	-.0989556
Exp. en propuestas		.3150864	.0479793	6.57	0.000	.2210487	.4091241
Exp. proy. aprobad.		1.654763	.082416	20.08	0.000	1.49323	1.816295
Exp. proy. rechaz.		1.642369	.0521536	31.49	0.000	1.54015	1.744588
Actividad exportac.		.0815869	.0390447	2.09	0.037	.0050608	.158113
Ratio solvencia		-.0422918	.0340118	-1.24	0.214	-.1089538	.0243701
Activos intangibles		.1952304	.0681847	2.86	0.004	.0615908	.3288701
Cotiza bolsa		.0730581	.1963496	0.37	0.710	-.3117801	.4578962
Tamaño empresa		-.1124153	.0143151	-7.85	0.000	-.1404725	-.0843582
País Vasco		.4331501	.0624187	6.94	0.000	.3108117	.5554885
Cataluña		.1588916	.0482865	3.29	0.001	.0642519	.2535314
Madrid		.1065029	.05206	2.05	0.041	.0044671	.2085386
Valencia		.162048	.0636819	2.54	0.011	.0372337	.2868623
Confección, cuero..		.4171634	.1472661	2.83	0.005	.1285271	.7057997
Edición y artes gr.		.4450075	.134886	3.30	0.001	.1806358	.7093791
Energía		.49619	.1897607	2.61	0.009	.1242659	.8681141
Servicios a empresa		.4273197	.0558618	7.65	0.000	.3178325	.5368068
Admón. Pública		1.188542	.3476972	3.42	0.001	.5070684	1.870016
Educación		.5628541	.1312371	4.29	0.000	.3056342	.820074
Industria química		.0662038	.0824444	0.80	0.422	-.0953842	.2277917
Maquinaria y equip...		.0250194	.0811748	0.31	0.758	-.1340804	.1841191
Máquinas oficina...		.3853496	.2884389	1.34	0.182	-.1799803	.9506794
Maquinaria electr.		.0773043	.1281367	0.60	0.546	-.1738391	.3284476
Material electróni.		.2395903	.1514051	1.58	0.114	-.0571583	.5363389
Equipos instrument		.3055327	.150857	2.03	0.043	.0098585	.601207
Vehículos motor...		-.114451	.1745466	-0.66	0.512	-.456556	.227654
Otro mat. transp...		.5241986	.1683767	3.11	0.002	.1941863	.8542108
Correos y telecom.		.6576146	.1363634	4.82	0.000	.3903473	.9248819
Activ. informáticas		.5880456	.0667248	8.81	0.000	.4572674	.7188239
Servicios I+D		.8930616	.1056959	8.45	0.000	.6859015	1.100222
_cons		-1.989162	.0893534	-22.26	0.000	-2.164291	-1.814032
/lnsig2u		-1.091057	.1061888			-1.299183	-.8829304
sigma_u		.5795355	.0307701			.5222591	.6430935
rho		.2514194	.0199855			.2143026	.2925709

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) =	80.20	Prob >=	chibar2 = 0.000
---	-------	---------	-----------------

Cuadro A.III.5: Determinantes de la decisión de participar en el PM según el tamaño de la empresa. Modelo *Probit* (Grandes)

Random-effects probit regression			Number of obs		=	22028
Group variable (i): id			Number of groups		=	5014
Random effects u_i ~ Gaussian			Obs per group: min		=	1
			avg		=	4.4
			max		=	14
Log likelihood = -2605.4788			Wald chi2(34)		=	1857.33
			Prob > chi2		=	0.0000

	sol	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]

2000		.0676828	.1002694	0.68	0.500	-.1288416 .2642072
2001		.0139584	.100045	0.14	0.889	-.1821262 .210043
2002		-.2842785	.1046992	-2.72	0.007	-.4894851 -.079072
2003		.118364	.0994722	1.19	0.234	-.0765979 .3133258
2004		-.258232	.1048147	-2.46	0.014	-.463665 -.052799
2005		-.2800169	.1068718	-2.62	0.009	-.4894818 -.0705521
Exp. en propuestas		.7159101	.0528412	13.55	0.000	.6123432 .8194769
Exp. proy. aprobad.		1.225351	.0951536	12.88	0.000	1.038853 1.411848
Exp. proy. rechaz.		1.406593	.0683069	20.59	0.000	1.272714 1.540472
Actividad exportac.		.3419429	.0540199	6.33	0.000	.2360659 .44782
Ratio solvencia		-.1034371	.0421415	-2.45	0.014	-.1860329 -.0208413
Activos intangibles		-.0043934	.1203218	-0.04	0.971	-.2402197 .231433
Cotiza bolsa		.4517273	.1132819	3.99	0.000	.2296989 .6737558
Tamaño empresa		.2226112	.0268042	8.31	0.000	.170076 .2751465
País Vasco		.2893708	.090168	3.21	0.001	.1126449 .4660968
Cataluña		.120888	.0718562	1.68	0.092	-.0199475 .2617234
Madrid		.1638578	.0664647	2.47	0.014	.0335895 .2941262
Valencia		.1789821	.1015659	1.76	0.078	-.0200834 .3780476
Edición y artes gr.		.0153396	.2080052	0.07	0.941	-.3923431 .4230223
Energía		.6582684	.1385366	4.75	0.000	.3867416 .9297953
Hostelería		-.9345686	.3334796	-2.80	0.005	-1.588177 -.2809606
Servicios a empresa		.1091642	.076909	1.42	0.156	-.0415746 .259903
Educación		.4093781	.3252318	1.26	0.208	-.2280646 1.046821
Industria química		.1968142	.1029917	1.91	0.056	-.0050458 .3986742
Maquinaria y equip...		.2758093	.1398555	1.97	0.049	.0016975 .5499212
Máquinas oficina...		1.002825	.3906032	2.57	0.010	.2372569 1.768393
Maquinaria electr.		.1246469	.1597502	0.78	0.435	-.1884577 .4377515
Material electróni.		.5724045	.1693265	3.38	0.001	.2405307 .9042784
Equipos instrument		.2533816	.3256576	0.78	0.437	-.3848957 .8916588
Vehículos motor...		-.0180039	.1282994	-0.14	0.888	-.2694661 .2334584
Otro mat. transp...		.6404588	.1645362	3.89	0.000	.3179738 .9629439
Correos y telecom.		.9380859	.13613	6.89	0.000	.671276 1.204896
Activ. informáticas		.7467012	.1066964	7.00	0.000	.5375801 .9558224
Servicios I+D		1.181762	.3131418	3.77	0.000	.5680154 1.795509
_cons		-4.011491	.2132384	-18.81	0.000	-4.42943 -3.593551

/lnsig2u		-1.40085	.1952689			-1.78357 -1.018129

sigma_u		.4963744	.0484633			.4099235 .6010575
rho		.1976813	.0309703			.1438629 .2653919

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) =				49.57	Prob >= chibar2 = 0.000	

Cuadro A.III.6: Determinantes de la concesión de la ayuda en el PM. Modelo Probit

Probit regression

Number of obs = 3251

LR chi2(27) = 362.05

Prob > chi2 = 0.0000

Pseudo R2 = 0.1054

Log likelihood = -1536.7234

proy	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
2000	-.0063234	.088905	-0.07	0.943	-.180574	.1679272
2001	.0453967	.0894261	0.51	0.612	-.1298751	.2206686
2002	.0554382	.1002517	0.55	0.580	-.1410515	.2519279
2003	-.4875099	.1706238	-2.86	0.004	-.8219263	-.1530934
2004	-.3483506	.1748172	-1.99	0.046	-.6909861	-.0057151
2005	-.1243295	.1605783	-0.77	0.439	-.4390572	.1903981
Partic. org. pub.	-.5031321	.1364949	-3.69	0.000	-.7706571	-.2356071
Tamaño consorcio	.5822307	.2770141	2.10	0.036	.039293	1.125168
Tamaño al cuadr.	.0176557	.0536338	0.33	0.742	-.0874646	.122776
Ppto. programa	-.0195329	.0141896	-1.38	0.169	-.047344	.0082782
Líder británico	.0892992	.0987032	0.90	0.366	-.1041555	.2827538
Líder holandés	.3773228	.1535393	2.46	0.014	.0763914	.6782543
Líder francés	.0918899	.1016597	0.90	0.366	-.1073594	.2911392
Líder alemán	.252214	.0930622	2.71	0.007	.0698155	.4346124
Líder italiano	-.0875518	.0989049	-0.89	0.376	-.281402	.1062983
Líder español	.2676641	.0728327	3.68	0.000	.1249147	.4104135
Aeronáuti. y esp.	.6121895	.1960346	3.12	0.002	.2279687	.9964103
Agroalimentación	-.0546845	.2528134	-0.22	0.829	-.5501897	.4408206
Ener. y medio amb	.0729065	.1861608	0.39	0.695	-.291962	.4377751
Infor. y comunic.	.2788026	.1667626	1.67	0.095	-.0480461	.6056512
Prog. Innovación	.3646866	.257705	1.42	0.157	-.140406	.8697791
Nuevos material.	.1677438	.165975	1.01	0.312	-.1575612	.4930487
Transporte	.3844814	.1037752	3.70	0.000	.1810859	.587877
Distancia geogr.	-.9046073	.0932293	-9.70	0.000	-1.087333	-.7218813
Exp. en proyect.	.0623935	.0601123	1.04	0.299	-.0554245	.1802114
Exp. proy. aprob.	.1821999	.0832777	2.19	0.029	.0189786	.3454212
Exp. proy. rech.	.1008545	.0580171	1.74	0.082	-.0128568	.2145659
_cons	-1.708871	.4689918	-3.64	0.000	-2.628078	-.7896635

X.4. ANEXO IV: DEFINICIÓN DE VARIABLES II

Calidad del sistema nacional de investigación: Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa considera que la calidad del sistema nacional de investigación es muy alta

Contratación internacional de personal: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha contratado expertos en el Mercado internacional y considera esta práctica una fuente de innovación muy importante

Empleo en I+D: Variable que toma valores entre 1 y 5 si el número de empleados en I+D es: hasta 10 empleados; entre 11 y 24 empleados; entre 25 y 100 empleados; y más de 100 empleados respectivamente

Exportaciones: Variable que toma valores entre 1 y 5 cuando el porcentaje de exportaciones sobre el valor total de las ventas es: 0%; hasta 10%; entre 11 y 25%; entre 26 y 50% y más del 50%, respectivamente.

Dificultades relacionadas con la Propiedad Intelectual: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa considera que las dificultades relacionadas con la protección de los derechos de propiedad intelectual afectan seriamente a la cooperación con universidades y/o centros públicos de investigación

Importancia de proveedores y clientes: Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa considera que sus proveedores y/o clientes son una fuente muy importante de innovación

Independencia tecnológica:

- **En producto:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el porcentaje de tecnología de producto desarrollada por la propia empresa es mayor del 75%
- **En proceso:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el porcentaje de tecnología de proceso desarrollada por la propia empresa es mayor del 75%

Ratio de solvencia: Proporción que representan los fondos propios sobre el pasivo a largo plazo de la empresa.

Retornos de la innovación: Variable dicotómica que toma valor 1 si el porcentaje de ventas nacionales debidas a nuevos productos (incorporados durante los últimos cinco años) es mayor del 50%

Sector de actividad:

- **Productores de bienes tradicionales de consumo** (CNAE 15-22, 26,36,37)
- **Proveedores de bienes intermedios tradicionales** (CNAE 27, 28)
- **Proveedores especializados en bienes intermedios y equipos** (CNAE 25, 29, 33)
- **Intensivos en escala y de ensamblaje** (CNAE 30-32, 34, 35 –excepto 35.3-)
- **Sectores basados en la I+D** (CNAE 24 y 35.3)
- **Servicios** (CNAE 51-92)

Spillovers internacionales: Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha accedido a fuentes públicas de información procedentes del ámbito internacional /patentes, publicaciones científicas) y las considera una fuente muy importante de innovación.

Tamaño de la empresa:

- **Grande:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa tiene más de 500 empleados
- **Medium:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa tiene entre 101 y 500 empleados
- **Pequeña:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa tiene entre 26 y 100 empleados
- **Micro:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa tiene menos de 26 empleados

Valoración de vías de acceso a tecnología:

- **Cooperación con universidades:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa ha colaborado con universidades y considera esta cooperación una vía muy importante para adquirir tecnología.
- **Cooperación con otros centros de investigación:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa ha colaborado con otros centros de investigación y considera esta cooperación una vía muy importante para adquirir tecnología.
- **Cooperación con centros tecnológicos:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa ha colaborado con centros tecnológicos y considera esta cooperación una vía muy importante para adquirir tecnología.
- **Cooperación con otras empresas:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa ha colaborado con otras empresas y considera esta cooperación una vía muy importante para adquirir tecnología.

X.5. ANEXO V: RESULTADOS DETALLADOS DE LAS ESTIMACIONES II**Cuadro A.V.1: Participación en el PM. Empresas que cooperan (1)**

Probit regression			Number of obs = 310			
			LR chi2(24) = 99.84			
			Prob > chi2 = 0.0000			
Log likelihood = -102.39368			Pseudo R2 = 0.3277			

proy	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
Prov. Bienes inter...	.043282	.435576	0.10	0.921	-.8104312	.8969952
Proveedor especial...	.1036359	.3603264	0.29	0.774	-.6025908	.8098626
Intensivos escala...	-.1463863	.3953453	-0.37	0.711	-.9212489	.6284763
Sectores I+D	-.1849308	.4032265	-0.46	0.647	-.9752403	.6053787
Otros servicios	1.006396	.4241314	2.37	0.018	.1751139	1.837678
Servicios Alta Tga.	1.254909	.444457	2.82	0.005	.3837894	2.126029
Otras actividades	.7061198	.4658758	1.52	0.130	-.2069799	1.619219
Provee. y Clientes	-.4122782	.2290268	-1.80	0.072	-.8611626	.0366061
Coop. con Univ.	.4257675	.2359577	1.80	0.071	-.0367012	.8882362
Coop. con CPI.	.0874418	.2507469	0.35	0.727	-.4040131	.5788968
Coop. con Centro.T	.2923831	.2176359	1.34	0.179	-.1341755	.7189417
Coop. con empresas	-.1462014	.2147767	-0.68	0.496	-.5671561	.2747532
Spillovers internac.	.4023912	.2279422	1.77	0.078	-.0443673	.8491498
Contratac. Personal	-.5377786	.2827989	-1.90	0.057	-1.092054	.016497
Empleo I+D	.5286795	.1545353	3.42	0.001	.2257958	.8315631
Indep. Tec. Producto	.5754107	.2815699	2.04	0.041	.0235439	1.127278
Indep. Tec. Proceso	-.1807865	.2268794	-0.80	0.426	-.6254621	.263889
Calidad S.N.Investi.	.5062033	.2195767	2.31	0.021	.0758409	.9365658
Exportaciones	.3278482	.0968184	3.39	0.001	.1380877	.5176087
Grande	.5234803	.49737	1.05	0.293	-.4513469	1.498308
Mediana	.1467129	.395806	0.37	0.711	-.6290526	.9224785
Pequeña	.0391798	.3704604	0.11	0.916	-.6869092	.7652687
Retornos Innovación	.488432	.2231913	2.19	0.029	.0509851	.9258789
Ratio Solvencia	.0745923	.4464077	0.17	0.867	-.8003507	.9495353
Constante	-4.850615	.7104015	-6.83	0.000	-6.242977	-3.458254

Cuadro A.V.2: Participación en el PM. Empresas que cooperan (2)

Probit regression	Number of obs	=	310
	LR chi2(23)	=	98.96
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -102.83221	Pseudo R2	=	0.3249

proy	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Prov. Bienes inter...	.0427006	.4252639	0.10	0.920	-.7908013	.8762025
Proveedor especial...	.061184	.3552069	0.17	0.863	-.6350087	.7573767
Intensivos escala...	-.1321846	.389584	-0.34	0.734	-.8957552	.6313859
Sectores I+D	-.1965503	.4097577	-0.48	0.631	-.9996606	.6065601
Otros servicios	1.058082	.4154756	2.55	0.011	.2437653	1.8724
Servicios Alta Tga.	1.202333	.4482022	2.68	0.007	.3238724	2.080793
Otras actividades	.7057737	.4644347	1.52	0.129	-.2045015	1.616049
Provee. y Clientes	-.3868514	.2271428	-1.70	0.089	-.832043	.0583403
Coop. con Centro.T	.3320647	.2112175	1.57	0.116	-.0819139	.7460433
Coop. con empresas	-.0974845	.2139054	-0.46	0.649	-.5167313	.3217622
Spillovers internac.	.4430666	.2275996	1.95	0.052	-.0030204	.8891537
Dificultades en PI	-.4737781	.2601997	-1.82	0.069	-.9837602	.0362039
Contratac. Personal	-.5091784	.2770729	-1.84	0.066	-1.052231	.0338745
Empleo I+D	.5290692	.1549599	3.41	0.001	.2253535	.832785
Indep. Tec. Producto	.5712041	.2803145	2.04	0.042	.0217978	1.12061
Indep. Tec. Proceso	-.131887	.2258977	-0.58	0.559	-.5746384	.3108644
Calidad S.N.Investi.	.4908878	.2172022	2.26	0.024	.0651794	.9165962
Exportaciones	.32377	.0960065	3.37	0.001	.1356007	.5119392
Grande	.4769807	.494566	0.96	0.335	-.4923508	1.446312
Mediana	.1112738	.3951512	0.28	0.778	-.6632083	.8857558
Pequeña	.0725244	.3732127	0.19	0.846	-.658959	.8040078
Retornos Innovación	.4457029	.2244196	1.99	0.047	.0058486	.8855572
Ratio Solvencia	.1769479	.4474967	0.40	0.693	-.7001295	1.054025
Constante	-4.596565	.726658	-6.33	0.000	-6.020788	-3.172341

Cuadro A.V.3: Participación en el PM. Empresas que cooperan con socios internacionales (1)

Probit regression

Number of obs = 161

LR chi2(24) = 67.62

Prob > chi2 = 0.0000

Log likelihood = -73.494456

Pseudo R2 = 0.3151

proy	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Prov. Bienes inter...	-.1823615	.5174742	-0.35	0.725	-1.196592	.8318692
Proveedor especial...	.2772769	.4335793	0.64	0.522	-.5725229	1.127077
Intensivos escala...	-.2121177	.4819908	-0.44	0.660	-1.156802	.7325669
Sectores I+D	.1029312	.5212408	0.20	0.843	-.918682	1.124544
Otros servicios	.8273663	.561279	1.47	0.140	-.2727203	1.927453
Servicios Alta Tga.	1.413189	.5611989	2.52	0.012	.3132594	2.513119
Otras actividades	.6351564	.5245319	1.21	0.226	-.3929072	1.66322
Provee. y Clientes	-.460867	.2866993	-1.61	0.108	-1.022787	.1010533
Coop. con Univ.	.5322695	.3115962	1.71	0.088	-.0784478	1.142987
Coop. con CPI.	.0318647	.3288841	0.10	0.923	-.6127363	.6764656
Coop. con Centro.T	.2448707	.2651857	0.92	0.356	-.2748837	.7646251
Coop. con empresas	-.6622316	.2746104	-2.41	0.016	-1.200458	-.1240052
Spillovers internac.	.3224077	.283619	1.14	0.256	-.2334752	.8782907
Contratac. Personal	-.5831418	.3203653	-1.82	0.069	-1.211046	.0447626
Empleo I+D	.4069683	.1837526	2.21	0.027	.0468199	.7671168
Indep. Tec. Producto	.6871342	.3358181	2.05	0.041	.0289429	1.345326
Indep. Tec. Proceso	-.1869272	.2736238	-0.68	0.495	-.72322	.3493656
Calidad S.N.Investi.	.6517255	.2616191	2.49	0.013	.1389615	1.164489
Exportaciones	.2917011	.1324568	2.20	0.028	.0320905	.5513117
Grande	.5826248	.6103729	0.95	0.340	-.6136841	1.778934
Mediana	.3641918	.4830632	0.75	0.451	-.5825946	1.310978
Pequeña	.1272584	.457651	0.28	0.781	-.7697212	1.024238
Retornos Innovación	.612191	.287518	2.13	0.033	.0486661	1.175716
Ratio Solvencia	-.2093267	.405076	-0.52	0.605	-1.003261	.5846076
Constante	-3.643071	.7766447	-4.69	0.000	-5.165267	-2.120876

Cuadro A.V.4: Participación en el PM. Empresas que cooperan con socios internacionales (2)

Probit regression

Number of obs = 161

LR chi2(23) = 64.74

Prob > chi2 = 0.0000

Log likelihood = -74.935034

Pseudo R2 = 0.3017

proy	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Prov. Bienes inter...	-.2085315	.5000792	-0.42	0.677	-1.188669	.7716058
Proveedor especial...	.1934001	.4230503	0.46	0.648	-.6357632	1.022563
Intensivos escala...	-.2077101	.4690105	-0.44	0.658	-1.126954	.7115337
Sectores I+D	.0675911	.5315396	0.13	0.899	-.9742075	1.10939
Otros servicios	.8919224	.5395554	1.65	0.098	-.1655867	1.949432
Servicios Alta Tga.	1.313917	.5626466	2.34	0.020	.2111499	2.416684
Otras actividades	.6094261	.5286268	1.15	0.249	-.4266634	1.645516
Provee. y Clientes	-.4165064	.2795961	-1.49	0.136	-.9645046	.1314918
Coop. con Centro.T	.3156623	.2549564	1.24	0.216	-.184043	.8153676
Coop. con empresas	-.5805969	.2673886	-2.17	0.030	-1.104669	-.0565248
Spillovers internac.	.3440521	.2823504	1.22	0.223	-.2093446	.8974488
Dificultades en PI	-.3403023	.3192873	-1.07	0.287	-.966094	.2854893
Contratac. Personal	-.5001405	.3095272	-1.62	0.106	-1.106803	.1065217
Empleo I+D	.4339595	.1820926	2.38	0.017	.0770645	.7908545
Indep. Tec. Producto	.6696746	.3339141	2.01	0.045	.0152151	1.324134
Indep. Tec. Proceso	-.1394576	.2708914	-0.51	0.607	-.6703949	.3914798
Calidad S.N.Investi.	.6224557	.2585558	2.41	0.016	.1156956	1.129216
Exportaciones	.2705597	.1276985	2.12	0.034	.0202752	.5208442
Grande	.4525297	.6089098	0.74	0.457	-.7409115	1.645971
Mediana	.2810447	.4828133	0.58	0.561	-.665252	1.227341
Pequeña	.1034264	.4510276	0.23	0.819	-.7805714	.9874242
Retornos Innovación	.5374188	.2868785	1.87	0.061	-.0248528	1.09969
Ratio Solvencia	-.1859611	.4460217	-0.42	0.677	-1.060147	.6882253
Constante	-3.277701	.8270079	-3.96	0.000	-4.898607	-1.656795

